F. A. Schmidt

Unser Körper

Dritte Auflage

RV

R. Voigtländers Verlag in Leipzig

„Junger Mann." Bildwerk von Prof. Ad. Hildebrand
in der Königl. Nationalgalerie in Berlin.

Lichtdruck mit Erlaubnis des Künstlers und der Direktion der Galerie aufgenommen.

Unser Körper

Handbuch der Anatomie, Physiologie und Hygiene der Leibesübungen

Von

Ferdinand August Schmidt,

Prof. Dr. med.

Dritte, neu bearbeitete Auflage
Mit 553 Abbildungen

R. Voigtländers Verlag in Leipzig 1909

Druck von C. G. Röder G. m. b. H., Leipzig.

Aus dem Vorwort zur ersten Auflage

„Eine Darstellung der physiologischen Einwirkungen der verschiedenen Arten von Leibesübungen besaßen wir bisher in Deutschland nicht. Die bezüglichen Kapitel unserer größeren Turnschriften oder selbständige Werke gehen nicht über die bekannten Gemeinplätze vom körperlichen Nutzen des Turnens hinaus, allenfalls geben sie Auszüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie – nicht aber der eigentlichen Physiologie der Leibesübungen."

So schrieb ich im Vorwort zu meinem 1893 erschienenen Schriftchen „Die Leibesübungen nach ihrem körperlichen Übungswert dargestellt. Ein Grundriß der Physiologie des Turnens". Nachdem dies Büchlein, welches auch in mehrere fremde Sprachen übersetzt wurde, schon seit einigen Jahren vergriffen ist, trat der Gedanke seiner Neuherausgabe nahe. Indes beschloß ich statt dessen eine breitere Darstellung des Baus und des Lebens unseres Körpers zu verfassen, welche in ihren einzelnen Abschnitten stete Rücksicht auf die Erziehung des Körpers zur Gesundheit, Schönheit, Gewandtheit, Kraft und Ausdauer nimmt. Dem schließt sich in einem besonderen Abschnitt als „Bewegungslehre der Leibesübungen" der Versuch an, nicht nur die Mechanik der verschiedenen Übungsarten, sowie deren physiologischen und gesundheitlichen Einwirkungen zu erörtern, sondern auch stete Hinweise auf den praktischen Betrieb zu geben. Langjährige Erfahrungen und ärztliche Beobachtungen auf den Übungsplätzen, sowie eigene Betätigung von Jugend auf standen hierfür dem Verfasser zu Gebote. Im Anhang ist in knapper Darlegung das Übungsbedürfnis in den verschiedenen Lebensaltern behandelt.

Dank dem Entgegenkommen des Herrn Verlegers war es mir möglich, die Darstellung des Buches durch eine außergewöhnliche Fülle von Abbildungen anschaulicher zu gestalten. Die Mehrzahl davon ist von mir gezeichnet; bei Abbildungen, welche anderen Werken direkt entnommen sind, ist die Quelle angegeben. Zu besonderem Danke bin ich verpflichtet meinem Freunde Professor Dr. Kohlrausch in Hannover, sowie Herrn O. Anschütz in Berlin, welche mir die Wiedergabe einer Anzahl ihrer vortrefflichen Reihenaufnahmen von Leibesübungen freundlichst gestatteten. Die meisten dieser Aufnahmen sind bisher noch nicht veröffentlicht oder doch weiteren Kreisen unbekannt geblieben.

Bonn, im April 1899.

Ferdinand August Schmidt.

Vorwort zur dritten Auflage.

Die Neubearbeitung meines Buches, welche ich hiermit vorlege, nachdem die zweite starke Auflage vergriffen ist, erstreckte sich auf alle Abschnitte. Wer die neuere Entwicklung der Lehre von den Leibesübungen und deren praktischem Betrieb verfolgt hat, wird finden, daß dem in zahlreichen Änderungen und Zusätzen Rechnung getragen ist. Ich verweise da u. a. auf die eingehendere Darstellung der zur Erzielung schöner Körperhaltung dienenden Rumpfübungen, auf die Verbindung solcher Übungen mit Ein- und Ausatmungsbewegungen, auf die Bestimmung des richtigen Rhythmus bei der Ausführung usw. Mehrere Kapitel sind ganz neu hinzugekommen, andere kamen dafür in Wegfall oder wurden doch wesentlich gekürzt. So wurde es möglich, den Umfang des Ganzen so ziemlich in den bisherigen Grenzen zu belassen.

Von den früheren Abbildungen wurden 37 ausgeschieden, während 34 neu hinzukamen. Ein Teil dieser ist meiner 1905 erschienenen Schrift „Physiologie der Leibesübungen" (Bearbeitung meiner Vorträge auf der Weltausstellung in St. Louis 1904) entnommen. Andere sind Figuren aus den ausgezeichneten Büchern von Georges Demeny nachgebildet. Einige Darstellungen von Rumpfübungen nach Photographien verdanke ich der Güte meines Freundes Fritz Schroeder, Turninspektor in Bonn.

Das der zweiten Auflage beigefügte Verzeichnis der eingesehenen Literatur habe ich diesmal weggelassen – es wäre in der Tat allzu umfangreich geworden. Um so sorgfältiger habe ich dafür, um die Brauchbarkeit des Buches zu erhöhen, das Sachregister am Schlusse bearbeitet.

So hoffe ich denn, daß dies Buch auch in seiner neuen Gestalt manchem willkommen sein wird, als ein Führer zu einer auf den Bau und die wichtigsten Lebenstätigkeiten unseres Körpers gegründeten Leibeserziehung.

Bonn, Anfang Oktober 1908.

Ferdinand August Schmidt.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.

Der innere Aufbau des Körpers, seine äußeren Formen und Verhältnisse.

Erster Teil.

Knochen, Gelenke, Muskeln.

I.

Knochen- und Gelenklehre.

Der Kopf.

Die Wirbelsäule.

Der Brustkorb.

Die Knochen und Gelenke der oberen Gliedmaßen.

Die Knochen und Gelenke der unteren Gliedmaßen.

II.

Muskellehre.

Allgemeine Muskellehre.

Spezielle Muskellehre.

Zweiter Teil.

Herz und Kreislauf des Blutes. Lunge und Atmung. Haut. Verdauung und Ernährung. Harnorgane. Nervensystem.

III.

Gefäßsystem und Kreislauf des Blutes.

IV.

Atmungsorgane und Atmung.

V.

Haut- und Wärmeregulierung.

VI.
Verdauungsorgane und Ernährung.

VII.
Die Organe der Harnausscheidung.

VIII.
Das Nervensystem.

A. Allgemeine Nervenlehre. Hirn und Rückenmark.

Dritter Teil.

Bewegungslehre der Leibesübungen.

IX.

Ruhehaltungen.

X.

Ortsbewegungen.

Das Gehen.

Steigen.

Der Lauf.

Der Sprung.

Der Wurf.

Schwimmen.

Das Rudern.

Das Radfahren.

Anhang.

Das Übungsbedürfnis in den verschiedenen Lebensaltern.

Einleitung.

Der innere Aufbau des Körpers, seine äußeren Formen und Verhältnisse.

§ 1. Die erste Keimanlage des Menschen.

Erste Keimanlage des Menschen.

Die Eizelle, aus der der Mensch wird, besteht aus einem winzigen Klümpchen Eiweiß, welches noch nicht 1/5 Millimeter im Durchmesser hält, und von einer zarten Hülle umgeben ist. Mitten drin befindet sich ein rundes Körperchen: das Keimbläschen und in diesem wieder ein ganz kleines rundliches Gebilde, der Keimfleck (Fig. 1.)

Fig. 1. Eizelle vom Menschen bei starker Vergrößerung. — a Eihülle. b Protoplasma. c Keimbläschen. d Keimfleck.

Der weibliche Körper beherbergt solche Eizellen in großer Zahl. Eine nach der anderen davon erfährt in gewissen Zeiträumen besondere Veränderungen ihres Gefüges, d. h. die Eizelle wird reif und wandert im reifen Zustande in die mütterlichen Zeugungswege. Hier wird sie entweder befruchtet oder geht zugrunde. Eine neue reife Eizelle rückt dann immer wieder an die Stelle der zugrunde gegangenen. Wird sie dagegen befruchtet, so dringt in ihr Inneres, die Eihülle durchbohrend, ein männliches Samenkörperchen, ein Gebilde von solcher Kleinheit, daß es genauer nur erst

bei etwa dreihundertfacher Vergrößerung mit dem Mikroskop erkennbar ist. In der Hauptsache besteht es aus einem oval zugespitzten Kern oder Kopf, an den mittelst eines Teilstückchens ein lebhaft schwingender Geißelfaden (Schwanz) angesetzt ist. Der Augenblick, wo ein solches Samenkörperchen (oder eine Samenzelle) mittelst des Geißelfadens sich lebhaft fortbewegend, auf die reife Eizelle trifft, und, deren Hülle durchbohrend, in diese eindringt, um mit ihr zu verschmelzen, ist der Ausgangspunkt einer fortschreitenden Entwicklung. Diese beginnt damit, daß das kleine Eibläschen sich in mehrere Bläschen oder mehrere Zellen teilt. Diese Teilung setzt sich immer weiter, bis ins unendliche fort, während zugleich das Ganze wächst, und sich, eingebettet im Mutterschoß und gespeist von mütterlichem Blute zu einem Körperchen formt, der werdenden Frucht. Immer bestimmter gestalten sich nun die Organe und die äußeren Formen der Frucht, bis schließlich das genügend herangereifte junge Menschenkind als Säugling sich dem Mutterschoße entwindet und sein Eigendasein beginnt.

Die fortschreitende Entwicklung des Körpers ist also im Grunde zunächst nichts anderes, als eine unablässige Vermehrung der Eizelle zu immer mehr und schließlich zahllosen Zellen auf dem Wege stetig sich wiederholender Zellteilungen. Die Zellen, d. h. Gebilde, welche in der Hauptsache bestehen aus Eiweißsubstanz (Protoplasma) mit einem rundlich oder oval geformten Kerne und umgeben sein können von einer Zellhülle: das sind die lebendigen Bausteine, aus welchem, wie der Leib von Pflanzen und Tieren, so auch der des Menschen aufgebaut ist. Man kann dementsprechend auch den menschlichen Körper als einen „Zellstaat" bezeichnen.

Diese Erkenntnis, welche der Wissenschaft vom Leben neue fruchtbare Bahnen eröffnete, verdanken wir zuerst dem rheinischen Arzte Theodor Schwann aus Neuß (1839).

§ 2. Einzellige Organismen.

Einzellige Organismen.

Wir kennen zahlreiche kleine Lebewesen, deren Leib nur aus einer Zelle besteht. Diese Zelle vereint dann in sich alle Eigenschaften des Lebens. Zunächst bedingen

a
b

Fig. 2. Ein einzelliger Organismus: Amoebe mit ihren Gestaltveränderungen bei Fortbewegung. a Kern. b mit Flüssigkeit gefüllter Hohlraum im Zelleib (sogen. Vacuole). — Nach Verworn.

die Lebensvorgänge einen gewissen Stoffverbrauch, der durch Aufnahme neuer Stoffe in den Leib der Zelle gedeckt wird. Dabei erfahren diese Stoffe jenachdem eine Umwandlung, welche sie zur Verwendung für die stofflichen Umsetzungen der Zelle geschickt macht, d. h. sie werden verdaut. Was davon unbrauchbar ist, wird wieder ausgestoßen. Es haben ferner solche einzellige Lebewesen die Fähigkeit, sich durch Ausdehnung oder Zusammenziehung ihrer Zellmasse oder einzelner Fortsätze dieser zu bewegen. Es geschieht dies insbesondere, wenn von außenher Einwirkungen mechanischer oder auch chemischer Art erfolgen. Die Wahrnehmung solcher Vorgänge setzt eine gewiße Reizbarkeit der Zelle voraus: der Uranfang selbständiger Empfindung. Endlich können sich die einzelligen Organismen vermehren und zwar durch Teilung. Hierbei spielt der Zellkern eine wesentliche Rolle (Fig. 2).

§ 3. Mehrzellige Lebewesen und Arbeitsteilung der Zellen.

Mehrzellige Lebewesen und Arbeitsteilung der Zellen.

Eine höhere Stufe der Entwicklung bilden solche Organismen, welche sich aus einer Vielheit von Zellen zusammensetzen. Die einzelne Zelle ist hierbei nur ein Teilstück eines unzertrennlichen Ganzen, eines Individuums. Als Glied eines solchen „Zellstaates" vereint dann auch die einzelne Zelle nicht mehr in sich die Summe aller jener Lebenstätigkeiten, sondern es hat eine weitgehende Arbeitsteilung stattgefunden und zwar derart, daß bestimmte Zellen nur den Stoffersatz d. h. die Verdauung für den ganzen Zellstaat besorgen; daß andere Zellen lediglich die Bewegungsvorgänge bewirken; daß noch andere sich zu einer schützenden Hülle für das Ganze zusammenfügen. Unter den letzteren befinden sich besondere Elemente zur Wahrnehmung von Vorgängen in der Umwelt des Individuums. Es gibt da endlich auch solche Zellen, die nur das Material zur Weiter- und Neuerzeugung gleichgearteter Lebewesen abgeben. Diese Anpassung an ganz bestimmte Lebenstätigkeiten bringt die weitestgehenden Unterschiede in bezug auf Aussehen, Größe und Form der Zellen mit sich. Sind gleichartige d. h. derselben Tätigkeit dienende Zellen so aneinander gelagert, daß sie einen zusammenhängenden Teil oder eine Schicht des Gesamtkörpers bilden, so sprechen wir von Geweben. Gewebe endlich sind es, welche die Organe des Körpers aufbauen.

§ 4. Die Keimblätter.

Die Keimblätter.

Nach dem Vorgesagten wäre die einfachste Form eines vielzelligen Organismus folgende: Eine Gewebschicht umgibt das Ganze als Außenhaut. Ein Hohlraum im Inneren, mit einer Mündung nach außen, bildet den Verdauungsschlauch. Seine Wand ist von einer besonderen Zellschicht, der Innenhaut umkleidet. Zwischen Außen- und Innenhaut befindet sich noch eine Mittelschicht, welche vor allem die der Bewegung dienenden Zellgruppen enthält. So haben wir ein Schema gewonnen, welches Ernst Häckel zuerst als „Gastrula-Form" bezeichnete (Fig. 3).

Es gibt nicht nur niedere tierische Wesen, deren Körperanlage dieses Schema erkennen läßt, sondern es laufen auch alle Wirbeltiere in ihrer ersten Entwicklung diese Form durch.

Diese drei Schichten: Die Außenhaut; die den sogenannten Urdarm mit dem Urmund umkleidende Innenhaut und die zwischen diese beiden Schichten hineinwachsende Mittelschicht nennen wir die Keimblätter.

Aus den Zellen des äußeren Keimblatts entwickeln sich: die Haut mit ihren Gebilden; die Sinnesorgane; das Zentralnervensystem.

Das innere Keimblatt liefert die Auskleidung des Darmrohres und durch Ausstülpung die in die Verdauungswege einmündenden Drüsen.

Keimplasma.

Das mittlere Keimblatt gibt das Bildungsmaterial her insbesondere für die willkürlichen Muskeln, sowie für bestimmte Bestandteile der Geschlechtsdrüsen. Letztere bewahren ein Bildungsmaterial, welches unmittelbar den Teilprodukten der Eizelle entstammt, und keine weitere Sonderentwicklung eingeht, wie die anderen Gewebselemente. Dies jugendliche Bildungsmaterial bleibt vielmehr als solches bestehen. Es entstammt also unmittelbar der von den Eltern gelieferten Keimsubstanz, und wird dereinst wieder enthalten sein in den der Fortpflanzung der Art dienenden Elementen („Kontinuität des Keimplasmas"). Damit erhalten wir einen ahnungsvollen Einblick in die stetig sich wiederholende Fortpflanzung der Charaktere der Art durch zahllose Generationen hindurch.

Fig. 3. Gastrula (schematisch).
Ah = Außenhaut. Ih = Innenhaut. Zr = Zwischenraum. Um = Urmund. — Nach Häckel.

Zwischen den Keimblättern bilden sich endlich noch die Stütz- und Bindesubstanzen des Körpers (Knochen, Knorpel, Bindegewebe) sowie die Blutgefäße und das Blut.

So baut sich also der menschliche Körper auf aus Zellen und es vereinen sich diese Zellen zu Geweben, welche schon in frühester Entwicklung sich sondern und immer mehr sich eigenartig gestalten je nach der Tätigkeit, welche sie später im Dienste des Gesamtkörpers zu leisten haben. Und doch auch wieder fügen sie sich wunderbar ein in den Grundriß des Körpers mit allen seinen Organen, wie er bei fortschreitender Entwicklung immer klarer zutage tritt, so daß schließlich ein bei aller Mannigfaltigkeit seiner Bestandteile einheitlich beseeltes Wesen wird: der lebende Körper. —

Den verschiedenen Formen der den Körper aufbauenden Zellen und ihren Tätigkeiten werden wir später bei der Beschreibung der Organe des Körpers begegnen. Wir wenden uns nunmehr der Betrachtung der äußeren Form des Körpers zu.

§ 5. Symmetrie des Körperbaus.

Unser Körper zeigt der äußeren Form nach einen seitlich-symmetrischen Bau, d. h. wenn man sich durch seine Längsachse eine von vorn nach hinten gerichtete und vom Scheitel bis zum Rumpfende reichende Ebene gelegt denkt, so zerfällt er in eine rechte und eine linke Körperhälfte, deren eine das Spiegelbild der anderen ist. Eine solche trennende Mittellinie ist auch an der Körperoberfläche verschiedentlich angedeutet: so durch die Unternasenrinne zwischen Nase und Oberlippe; die Kehlgrube am Übergang vom Hals zur Brust; weiter durch die flache Ebene des Brustbeins an der Brust, die nur stärker ausgesprochen scheint bei athletischer Entwicklung des großen Brustmuskels oder als Busen beim Weibe. Am Ende des Brustbeins, der Grenze von Brust und Bauch, folgt die Magengrube, am Bauch sodann die als

Mittellinie an der Oberfläche des Körpers.

weiße Linie bezeichnete Mittelfurche. Im Verlaufe dieser befindet sich der Nabel. Unterhalb des Nabels, am Unterbauch, ist die weiße Linie meist nur wenig erkennbar. Auf der hinteren oder Rückenfläche des Körpers ist die Mittellinie angedeutet durch die vom Hinterhaupte ab beginnende Nackenfurche, an deren Ende der Nackenhöcker hervortritt, vorgewölbt durch den Dornfortsatz des letzten Halswirbelknochens. Von da abwärts verläuft die Rinne der Rückenlinie bis zur Kreuzbeingegend, wo sie sich verwischt; unterhalb der Kreuzbeingegend endlich trennt die tiefe Gesäßspalte das Rumpfende in eine rechte und linke Hälfte.

Diese äußere Symmetrie erstreckt sich bezüglich des Gesamtkörpers nur auf das feste Knochengerüst des Körpers, das Skelett, sowie auf die sogenannten animalischen Lebensorgane, d. h. auf die Muskeln, das Nervensystem und die Sinnesorgane. Die vegetativen Organe dagegen, d. h. die Organe der Atmung, des Blutkreislaufs und der Ernährung entbehren zumeist der symmetrischen Anordnung: das Herz liegt mit seiner Hauptmasse mehr nach links; die rechte und linke Lunge sind von ungleicher Größe; vor allem aber ist der Verdauungskanal mit seinen großen Drüsen (Leber, Bauchspeicheldrüse, Milz) unpaarig angelegt.

§ 6. Die äußeren Formen des Körpers.

Der Körper besteht aus dem Stamme und den beiden Paaren der oberen und der unteren Gliedmaßen. Der Stamm gliedert sich in den Kopf, den Hals und den Rumpf.

Kopf.

Der Kopf thront beweglich auf dem Halse. Man unterscheidet an ihm den Schädel- und den Gesichtsteil. Der rundlich geformte Schädelteil umschließt das Gehirn. Am Schädel unterscheiden wir den Stirnteil, mit den bald mehr, bald weniger ausgeprägten Stirnhöckern. Der Stirnteil nimmt an der Bildung des Antlitzes teil. Die Stirn geht seitlich über in die Schläfen. Nach oben setzt sie sich fort in das dicht behaarte Gebiet der Schädelwölbung, den Scheitel oder das Mittelhaupt, welches nach hinten abfällt in das Hinterhaupt. Das Hinterhaupt setzt sich hinten fort in den Nacken. An dieser Übergangsstelle endet der Haarwuchs. Beim Zufühlen macht sich hier ein querer Knochenvorsprung bemerkbar, der Hinterhaupthöcker. Von ihm gehen die mächtigen Muskellager des Nackens nach abwärts. Seitlich endet die Hinterhauptgegend rechts und links mit einem stärkeren hinter der Ohrmuschel belegenen und leicht fühlbaren Höcker: dem Warzenwulst (Warzenteil des Schläfenbeins). Zwischen diesem Höcker, der Ohrmuschel und dem Winkel des Unterkiefers liegt eine Grube, die Unterohrgrube. Sie setzt sich auf die Seitenteile des Halses fort.

Schädelteil des Kopfes.

Gesichtsteil des Kopfes.

Im Antlitz wird die Grenze des Stirn- und des Gesichtsteils gebildet durch die Nasenwurzel und seitlich von dieser durch die Augenbrauen. Unterhalb der Augenbrauen folgen vertieft liegend die Augenlider, welche beim Öffnen der queren Lidspalte einen Teil des Augapfels sichtbar werden lassen. Zwischen den Augen erhebt sich als pyramidaler Vorsprung die Nase, unten endend mit der Nasenspitze und den seitlichen Nasenflügeln. Zwischen letzteren und der mittleren Nasenscheidewand befinden sich die beiden Nasenöffnungen, welche zu den tief in den Kopf hinein sich erstreckenden Nasenhöhlen führen. Die Nasenhöhlen beherbergen das Geruchsorgan und bilden zugleich einen Zugang zu den Atmungsorganen. Unterhalb der Nase folgen Ober- und Unterlippe, welche mit ihrem Lippensaum den quer gerichteten Mundspalt, den Zugang zur Mundhöhle begrenzen. In der Mitte der Oberlippe zeigt sich, von der Nasenscheidewand zur Mitte des oberen Lippensaumes sich hinziehend, eine seichte Rinne, die Unternasenrinne. Die Unterlippe ist durch

die Kinnlippenfurche geschieden von Kinn. Eine von den Nasenflügeln am Nasenwinkel zu den Enden des Mundspalts, den Mundwinkeln herabziehende Furche, die Nasenlippenfurche, trennt die Mundgegend von den Backen, welche sich nach unten und hinten bis zum Rand des Unterkiefers erstrecken. Der fettgepolsterte obere Teil der Backen, der bis zu der höckerartigen Leiste der Jochbogen sich erstreckt, heißt Wange. Seitlich gehen die Wangen über in die Ohrgegend mit der Ohrmuschel. In der Tiefe der Ohrmuschel mündet der äußere Gehörgang. Die Länge der Ohrmuschel ist meist etwa gleich der Länge der Nase: ihr oberes Ende liegt in gleicher horizontaler Höhe mit der Nasenwurzel, ihr unteres in gleicher Höhe mit dem Nasenwinkel.

Hals. Der Hals, das Verbindungsglied zwischen Kopf und Rumpf, ist in der Mitte annähernd zylindrisch geformt, nach dem Kopfansatz zu seitlich zusammengedrückt, d. h. schmäler, nach dem Übergang zur Brust hin in der Richtung von vorn nach hinten zusammengedrückt, d. h. breiter. Diese Übergangsstelle zur Brust wird im Zusammenhang mit der ganzen oberen Brustgegend auch Büste genannt.

Da an der Vorderseite des Halses sich der untere Gesichtsteil des Kopfes mit dem Kinn vor das obere Halsende lagert, so scheint der Hals vorne kürzer als hinten. Die vordere Halsgegend nennt man auch Vorderhals, die hintere Hinterhals oder Nacken.

Der Vorderhals ist durch den horizontal gerichteten Boden der Mundhöhle gegen das vorspringende Kinn scharf rechtwinklig abgesetzt. Nach unten gegen die Brust hin wird der Vorderhals begrenzt durch das Brustbein in der Mitte und die seitlich davon ausgehenden Schlüsselbeine. Die Muskelstränge des rechten und linken Kopfnickers, welche vom Warzenhöcker hinter der Ohrmuschel beginnend beiderseits schräg hinab zum Brustbein ziehen, machen sich im Relief des Vorderhalses meist deutlich bemerkbar, und scheiden die vordere Halsgegend in ein mittleres und zwei seitliche Dreiecke. Im mittleren Halsdreieck tritt unterhalb des Kinns in der Halsmitte der Kehlkopfvorsprung zutage. Unterhalb davon befindet sich die Kehl- oder Drosselgrube, nach unten begrenzt vom oberen Rand des Brustbeins. In dem seitlichen Halsdreieck zeigt sich beiderseits über dem Schlüsselbein eine bald mehr bald weniger tiefe Grube: die Über-Schlüsselbeingrube. Am Nacken lernten wir bereits die unterhalb des Hinterhauptstachels beginnende Rinne, die Nackenfurche kennen, ebenso den Knochenvorsprung des 7. Halswirbels, den Nackenhöcker. Die Abgrenzung des Nackens zur Rückenfläche ist eine wenig ausgesprochene. Sie wird bezeichnet rechts und links durch den horizontal zur Schulterhöhe hinziehenden Schultergrat (Gräte des Schulterblatts).

Rumpf. Der Rumpf setzt sich an seiner Vorderseite gegen den Hals ab durch die Schlüsselbeine. Seine untere Grenze gegen die Vorderfläche der Schenkel, d. h. gegen die unteren Gliedmaßen wird gebildet durch die Leistenfurche. Sie zieht sich von der vorderen Ecke des Hüftbeinkammes (vorderer oberer Darmbeinstachel) zur Schamgegend hin.

Die Vorderfläche des Rumpfes teilt sich in die Brust- und in die Bauchgegend. Die Grenze zwischen Brust und Bauch wird bezeichnet durch die Rippenbögen. Sie bilden, zum Brustbein hinstrebend, zusammen einen nach unten offenen Winkel. In der Spitze dieses Winkels liegt als flache Vertiefung die Magengrube (im Volksmund fälschlich auch Herzgrube genannt).

Brust. Die die Brust nach oben abgrenzenden Schlüsselbeine vereinen sich nach außen mit der Grätenecke der Schulterblätter zur Schulterhöhe und verleihen dadurch der oberen Brustgegend die beträchtliche Breitenausdehnung. Die Entfernung zwischen der rechten und linken Schulterhöhe heißt die Schulterbreite. Unterhalb der Schlüsselbeine liegt beiderseits eine flache Einsenkung, die Unterschlüsselbeingrube.

Den Hauptteil der vorderen Brustgegend bedecken vorne als flachgewölbte Erhabenheiten die beiden großen Brustmuskeln. Seitlich und unten befinden sich auf diesen die Brustwarzen mit dem umgebenden dunkler gefärbten Warzenhof. Beim Manne nur ganz schwach entwickelt bilden die Brustwarzen beim Weibe die Spitze der Brustdrüsen oder Brüste, welche als mehr oder weniger tiefe Einsenkung den Busen zwischen sich fassen. Seitlich geht die vordere Brustgegend über in die Flanken.

Bauch.

Die weiche Wand des Bauches ist ausgespannt zwischen den Rippenbögen oben und dem Knochenring des Beckens unten. In der Grenzgegend dicht unterhalb des Rippenbogens vermag man letzteren von unten her durch die Bauchwand hindurch zu umgreifen. Diese Gegend bezeichnet man als Rippenweiche. Infolge der Gestaltung der unteren Öffnung des Brustkorbes, d. h. des Rippenbogens, sowie des knöchernen Beckens ist die Breite der Bauchwand eine sehr verschiedene. Sie ist am größten in der Mittellinie (Entfernung zwischen Magengrube und Schamhügel), am geringsten seitlich in der Flankengegend (Entfernung zwischen untersten Rippen und Hüftkamm). In der Mittellinie des Bauches läuft, von der Magengrube beginnend, zum Schamhügel hinab eine seichte Mittelfurche, die weiße Linie. An der Grenze des zweiten und des unteren Drittels dieser Linie befindet sich der Nabel, eine eigentümlich gestaltete narbige Stelle, von der Größe etwa eines Pfennigs. Man teilt die ganze Bauchgegend ein in den Oberbauch, d. h. die vom Winkel der Brustbeinbögen eingeschlossene Gegend; den Mittelbauch, welcher seitlich in die Flankenweichen übergeht, und den Unterbauch, der abwärts von der Verbindungslinie des rechten und des linken Hüftkammes liegt. Der Unterbauch wird nach unten abgegrenzt durch die Leistenfurche; in der Mitte geht er über in den fettgepolsterten Schamhügel.

Seitenfläche des Rumpfes.

An der schmalen Seitenfläche des Rumpfes gewahrt man bei erhobenem Arm unmittelbar unter dem Armansatz die Achselhöhle, nach vorne begrenzt vom Wulst des großen Brustmuskels, nach hinten vom Wulst des breitesten Rückenmuskels. Abwärts von der Achselhöhle folgt die Flankengegend des Brustkorbs und weiterhin zwischen den untersten Rippen und dem Hüftkamm die Flankenweiche.

Rücken.

Die Rückenseite des Rumpfes geht ohne scharf ausgesprochene Abgrenzung nach oben in den Nacken, nach unten in die Lendengegend über. Die Grenze von Brust und Bauch ist kaum angedeutet. Gegen den Nacken hin ist der Rücken durch die dem Brustkorb hier aufgelagerten Schulterblätter gewölbt zur Schulterwölbung; gegen die Lenden hin ist er zur Kreuzhöhlung vertieft. In der Mitte des Rückens verläuft, vom Nackenhöcker beginnend, eine von oben nach unten an Tiefe zunehmende Furche: die Rückenfurche. Sie verflacht sich in der Kreuzgegend und verbreitert sich zugleich zu einem ebenen rautenförmig gestalteten Felde. Seitlich davon befinden sich zwei flache Grübchen, die deutlich meist nur am weiblichen Rumpfe ausgeprägt sind: die Kreuzgrübchen. Unterhalb des Kreuzbeines vertieft sich die Rückenfurche zur Gesäß- oder Afterspalte, welche zwischen den Schenkeln an der Unterseite des Rumpfes im Damm oder Schritt endigt.

Gliedmaßen.

Die Übergangsglieder vom Rumpf zu den Gliedmaßen sind für die oberen Gliedmaßen die Schultern, für die unteren die Hüften. Während aber die Schultern mit dem Schultergürtel dem Brustkorb lediglich aufgelagert sind, so daß die Arme seitliche Anhängsel des Rumpfes darstellen, sind die Hüften fest mit der Wirbelsäule verschmolzen. Es spricht sich schon darin der Gegensatz der frei im Raume nach allen Richtungen beweglichen Arme zu den Beinen aus, welche letztere die tragenden Stützen des Gesamtkörpers bilden.

Oberarm.

Die oberen Gliedmaßen, die Arme, fügen sich an den Rumpf mittels der rundlich gewölbten Schultern. Der Arm gliedert sich in Oberarm, Unterarm und Hand. Der Oberarm ist annähernd zylindrisch geformt. An seiner vorderen und äußeren Seite nahe der Schulter und in gleicher Höhe mit der Achselhöhle ist eine quer verlaufende Einsenkung wahrnehmbar, welche den Endansatz des großen Brustmuskels sowie des die Schulterrundung bedeckenden Deltamuskels bezeichnet. Die Vorderfläche des Oberarmes zeigt eine längs verlaufende Erhabenheit, welche durch den zweiköpfigen Armmuskel hervorgerufen ist. Sie wird seitlich begrenzt durch zwei flache Furchen, von welchen die am inneren Rande der Muskelerhabenheit sich hinziehende zugleich den Verlauf der den Arm versorgenden Blutgefäße und Nerven andeutet. Der Längswulst des zweiköpfigen Oberarmmuskels endet kurz oberhalb des unteren Endes des Oberarmes an der Ellbogenbeuge und geht über in die dreieckige Ellbogengrube am Unterarm. Die hintere Fläche des Oberarms ist mehr gleichmäßig gerundet. Sie endet am Ellbogen mit dem Ellbogenhöcker (Hakenfortsatz der Elle), welcher bereits dem Unterarm angehört. Seitlich vom Ellbogenhöcker treten noch zwei Erhabenheiten hervor, durch Knochenhöcker des unteren Oberarmendes bedingt.

Unterarm.

Im Gegensatz zu dem mehr zylindrischen Oberarm zeigt der Unterarm vom Ellbogen an eine stärkere Abplattung und Verbreiterung, um sich dann gegen die Hand hin zu verjüngen. Die vordere, zum Handteller hin verlaufende Fläche des Unterarms heißt die Beuge-, die hintere in den Handrücken übergehende die Streckseite. Die Grenze gegen die Hand wird an der Beugeseite bewirkt durch die quere, über die Handwurzel hin verlaufende Arm-Hand-Furche, wogegen auf der hinteren oder Streckseite die Grenze bezeichnet wird durch zwei den Enden der Unterarmknochen entsprechende Vorsprünge, von welchen namentlich der an der Kleinfingerseite deutlicher ausgesprochen ist.

Hand.

An der Hand unterscheiden wir die Handwurzel, welche den Übergang vom Unterarm zur Hand bildet, die Mittelhand und die Finger. Die Mittelhand ist breiter als das untere Ende des Unterarms und platt geformt. Wir unterscheiden an der Mittelhand die Hohlhand oder den Handteller auf der Beuge-, den Handrücken auf der Streckseite. Die Seitenflächen der Mittelhand sind schmal. Die Hohlhand zeigt, von der Handwurzel beginnend, zwei seitliche wie flache Polster gestaltete und durch eine Furche voneinander geschiedene Hervorragungen: den Daumen- und den Kleinfingerballen. Oberhalb dieser liegt in der Mitte der Hohlhand eine deutliche muldenförmige Vertiefung. Eine Reihe von Furchen, deren Verlauf nicht stets der gleiche ist, durchzieht die feste und gepolsterte Haut der Hohlhand. Zwei Querfurchen, deren obere sich namentlich nach der Kleinfingerseite hin stark vertieft, sowie eine den Daumenballen umkreisende Furche (Lebenslinie) sind besonders zu erwähnen.

Der Handrücken ist flach gewölbt. An seiner Grenze gegen die Finger hin, zeigen sich, namentlich bei gebeugten Fingern stark vortretend, vier, dem zweiten bis fünften Finger entsprechende Vorsprünge, die Fingerknöchel. Bläulich gefärbte Hautblutadern, sowie zu den Fingerknöcheln hinziehende Stränge (Sehnen der Streckmuskeln der Finger) machen sich unter der Haut des Handrückens kenntlich.

Die Finger sind zylindrisch geformt und von ungleicher Länge. Der längste Finger ist der Mittelfinger, der zweitlängste der vierte oder Ringfinger, dem der Zeigefinger folgt. Der kürzeste ist der Kleinfinger. Der kräftigste aller ist aber der erste, der Daumen. Er steht nicht parallel zu den anderen gerichtet, sondern weicht stark nach der äußeren Handseite hin ab. Während alle anderen Finger drei Fingerglieder besitzen, hat der Daumen deren nur zwei, besitzt dafür aber eine

starke Beweglichkeit auch in seinem Mittelhandteil, die den anderen Fingern abgeht. Er ist dadurch befähigt sich den anderen Fingern gegenüberzustellen und mit der gewölbten und fettgepolsterten Beugeseite seines Endgliedes, der Kuppe, die Kuppen aller anderen Finger zu berühren. Die Streckseite aller Finger trägt auf dem letzten Glied eine schwache Erhöhung, das Nagelbett, welches sich mit einem scharfen, bogenförmigen Rand, dem Nagelfalz absetzt gegen die etwas gewölbte Hornplatte des Fingernagels. Die Grenzen der einzelnen Fingerglieder sind auf der Beuge- wie Streckseite aller Finger bezeichnet durch quere Furchen.

Beine.

Die unteren Gliedmaßen, die Beine, stellen schlanke Stützen für den Rumpf dar, man nennt sie auch Unterkörper, als stützenden Teil des Körpers, im Gegensatz zu dem gestützten Oberkörper. Die unteren Gliedmaßen gliedern sich in Hüften, Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß.

Hüften.

Das Verbindungsglied der Beine mit dem Rumpf sind die Hüften. Sie sind mit dem Rumpf dermaßen innig verbunden, daß sie weniger zu den unteren Gliedmaßen zu gehören scheinen, als vielmehr das untere Ende des Rumpfes selbst darstellen. Gegen den Bauch sind die Hüften abgegrenzt durch die Leistenfurche, welche aufwärts zum Hüftkamm hinzieht. Seitlich geht die Hüftgegend über in eine den Seitenkontur der Hüften wesentlich mit bestimmende flache Hervorragung, den Rollhügelwulst. Er wird verursacht durch einen starken, hier durch die Haut auch fühlbaren Höcker des Oberschenkelknochens, den großen Rollhügel. Nach hinten gehen die Hüften über in die beiden halbkugeligen und prallen Hervorragungen des Gesäßes, welche die Gesäßspalte zwischen sich fassen. Eine starke quergerichtete Furche, die untere Gesäßfurche, trennt das Gesäß von der Hinterfläche des Oberschenkels.

Oberschenkel.

Der Oberschenkel ist in seiner Mitte und von da abwärts annähernd zylindrisch geformt. Sehr massig oben, am Übergang zu den Hüften, verjüngt er sich stark nach seinem untern Ende, dem Kniegelenk hin. An der Vorderfläche oder Streckseite ist er gegen die Leistenfurche oder die Schenkelbeuge hin stark abgeplattet und zeigt hier eine flache, dreieckig gestaltete Vertiefung, die Leistengrube. Am unteren Teil der Vorderfläche liegt eine Vorwölbung, das Knie, durch die hier befindliche Kniescheibe bedingt. An der Hinterfläche oder Beugeseite des Oberschenkels treten am unteren Ende zwei starke Wülste der Beugemuskeln des Unterschenkels derart nach der rechten und linken Seite der Kniegelenkgegend auseinander, daß sie eine nach oben spitz zulaufende vertiefte Grube zwischen sich fassen, die Kniekehle.

Die Oberfläche der Kniegelenkgegend zeigt ein mannigfaltiges Relief, welches bei Bewegung im Gelenk sich vielfach ändert. Am gestreckten Bein prägt sich nach oben und innen von der Kniescheibe ein Muskelwulst aus, herrührend vom inneren Kopf des großen Schenkelstreckers. Es folgen, den inneren Seitenkontur dieser Gegend bestimmend, zwei Hervorragungen, deren obere dem inneren Knorren des Oberschenkelbeins entspricht, an welche sich, jedoch nur andeutungsweise davon geschieden, die Vorragung des inneren Knorrens des Schienbeins anschließt. An der Außenseite kennzeichnet ein kleiner unscheinbarer Vorsprung das Köpfchen des Wadenbeins. Unterhalb der Hervorragung der Kniescheibe prägt sich als deutlicher Wulst die fettgepolsterte Ausbuchtung der Kniegelenkkapsel aus; bei gestrecktem Knie ferner, von zwei seitlichen Längsfurchen begrenzt, als flacher Strang das Kniescheibenband (Sehne des Schenkelstreckers). Es endet am oberen Ende des Unterschenkels und zwar an einem hier deutlich fühlbaren Knochenhügel, dem Schienbeinstachel oder Schienbeinhöcker (s. Fig. 4).

Unterschenkel.

Der Unterschenkel ist auf der Vorderseite kantig gestaltet durch die deutlich vorspringende Schienbeinkante, die hintere Fläche ist dagegen abgerundet durch

den dicken Wulst der **Wade**. Die Wade nimmt abwärts der Kniegegend bis zur Grenze vom oberen und mittleren Drittel des Unterschenkels noch an Umfang zu. Von da ab beginnt der Unterschenkel sich nach dem Fußgelenk hin stark zu verjüngen. Die Dicke der Wade verschmälert sich abwärts zu einem stark ausgesprochenen nach der Ferse des Fußes hinabziehenden Längswulst, der **Achillessehne**.

Zwischen dieser und zwei seitlichen, das Fußgelenk zwischen sich fassenden Hervorragungen, dem **inneren** und dem **äußeren Knöchel**, liegen beiderseits stark **vertiefte Stellen**, welche ebenfalls nach der Fersengegend des Fußes hin sich erstrecken. Der stark hervorragende **innere Knöchel** bildet den Abschluß einer breiteren muskelfreien Fläche, welche von der Schienbeinkante nach einwärts verläuft. Der **äußere Knöchel** ist weniger stark als der innere und reicht tiefer nach dem Fußrande hinab.

I II

Fig. 4. Die Gegend des Kniegelenks (nach Richer, Anatomie artistique). I in Ruhestellung, II bei starker Streckung des Beins. Sa äußerer Si innerer Kopf, Sg Grube für die gemeinschaftliche Sehne des vierköpfigen Schenkelstreckers; Okn innerer Knorren des Oberschenkels, Skn des Schienbeins; Ks Kniescheibe; KF Fettpolster der Kniegelenkkapsel; WK Wadenbeinköpfchen; St Stachel des Schienbeins.

Fuß.

Der **Fuß** steht bei aufrechter Körperhaltung mit seiner Längsachse nahezu senkrecht gegen die Längsachse des Unterschenkels. Wir unterscheiden an ihm ähnlich wie bei der Hand **Fußwurzel**, **Mittelfuß** und die **Endglieder der Zehen**. Fußwurzel und Mittelfuß zeigen äußerlich keine merkliche Grenze. Sie bilden zusammen die **Fußwölbung**, deren erhabene obere Fläche **Fußrücken** heißt, die nach unten gewendete in der Mitte leicht gehöhlte, **Fußsohle**. Der hintere Stützpunkt des Fußes wird gebildet durch den Vorsprung der **Ferse** oder Hacke. Von da ab erhebt sich der **innere Fußrand** vom Boden, um diesen erst mit dem Vorderende des Mittelfußes am Großzehballen wieder zu erreichen. Nur ganz flach ist die Fußwölbung an der Außenseite, so daß der **äußere Fußrand** in seiner ganzen Länge dem Boden aufliegt.

Die **Fußsohle** ist in ihrem hinteren Abschnitt an der Ferse schmal. Sie verbreitert sich nach dem Ansatz der Zehen hin zu dem stark gepolsterten **Fußballen**.

Er setzt sich zusammen aus einer Reihe kleinerer Ballen für die einzelnen Zehen. Der Großzehenballen ist besonders mächtig.

Die Zehen haben im Verhältnis zu Fußwurzel und Mittelfuß nur eine geringe Länge. Auch bei ihnen besitzt die erste Zehe nur zwei, die anderen drei Zehenglieder. Der erste oder Großzeh ist besonders mächtig, doppelt so breit als der folgende zweite, nimmt aber keine Sonderstellung gegenüber den anderen Zehen ein, ähnlich der des Daumens an der Hand, sondern liegt in der Verlängerung des inneren Fußrandes, d. h. parallel gerichtet zu den anderen Zehen. Der zweite Zeh ist meist ein wenig länger als der Großzeh — so auf allen Bildwerken der Antike wie der Renaissance — zuweilen aber auch etwas kürzer. Die übrigen Zehen nehmen von da ab an Länge allmählich ab. Der fünfte oder Kleinzeh hat beim Erwachsenen meist eine verkümmerte Gestalt.

§ 7. Einleitendes zur Proportionslehre des menschlichen Körpers.

Die Größenverhältnisse oder Proportionen der einzelnen Körperteile zueinander, sowie zum Gesamtkörper sind bei den verschiedenen Menschen nicht dieselben. Schon auf den bloßen Augenschein hin fühlen wir uns berechtigt, die eine Figur schlank oder überschlank, eine andere kurz und gedrungen, eine dritte als wohlproportioniert zu bezeichnen; bei diesem die Beine im Verhältnis zu kurz, bei jenem zu lang zu finden usw. Wir schreiben uns also ein Urteil darüber zu, wie ein menschlicher Körper, wie Rumpf und Gliedmaßen beschaffen sein müssen, um als ebenmäßig gebaut, oder gar als schön und vollkommen gelten zu können. Es schwebt uns die Vorstellung von einer Art Idealfigur des Menschen vor, welche alle Vollkommenheiten in bezug auf Körperformen und Gliederbau in sich vereinigt und es müßte, so schließen wir weiter, möglich sein, die Gesetze für solche Vollkommenheit der Gestalt und Bildung in feststehende Formeln und Ziffern zu fassen. Nicht nur das. Ein Künstler müßte auch imstande sein, nach solchen Vorschriften eine Normalfigur des schönen Menschen zu schaffen.

In der Tat hat die bildende Kunst von je sich bemüht, eine solche Richtschnur aufzustellen, um nach solcher zu arbeiten. Man bezeichnet diese in einer Normalfigur verkörperte Richtschnur als „Kanon", die Maßeinheit oder das Grundmaß, nach dem die einzelnen Körperabschnitte und Gliederteile eines Kanons bestimmt werden, als „Modul" (nach dem lateinischen modulus). Ein solches Grundmaß suchte man in einem bestimmten Abschnitt am Körper zu gewinnen. So dienen als Modul bald die Kopfhöhe, bald das Gesicht, bald die Nasenlänge, bald Fuß oder Hand, bald die Wirbelsäule usw.

Kanon und Modul.

Die alten Ägypter sollen als Grundmaß für ihre Figuren die Länge des Mittelfingers genommen haben, welche 19 mal in der Körperlänge enthalten sei. In der griechischen Kunst wurde für die Proportionslehre vor allem der Bildhauer Polyklet aus Sikyon maßgebend, der während der Blütezeit der griechischen Kunst zu Ende des 5. Jahrhunderts v. Chr. wirkte. Leider sind weder die von ihm geschaffene Normalfigur, der „Kanon des Polyklet", noch seine bezügliche Schrift auf uns gekommen. Ob spätere Angaben aus dem Altertum zutreffend sind, wonach bei seinem Kanon die Kopfhöhe 8 mal, die Gesichtshöhe 10 mal, die Höhe von Kopf und Hals sowie die Fußlänge 6 mal in der Gesamthöhe des Körpers enthalten waren, steht dahin. Ihm zu Ehren betitelte der Berliner Bildhauer Gottfried Schadow sein berühmtes Werk über Proportionslehre „Polyklet" (1834).

Von den Künstlern der Renaissance waren es in Italien besonders Leonardo da Vinci, welcher eingehende Studien über den Körperbau des Menschen anstellte, sowie Michelangelo. Von beiden Großmeistern der Kunst besitzen wir prächtige Handzeichnungen als Zeugnis ihrer tiefdringenden Auffassung der Verhältnisse des wohlgebauten Körpers (Fig. 5). In Deutschland hat uns unser Albrecht Dürer ein größeres Werk „vier Bücher von menschlicher Proportion" hinterlassen, wie er denn auch bei einer Reihe seiner Figuren die Körperverhältnisse mühsam mit Zirkel und Richtmaß konstruierte.

Fig. 5. Kanonfigur von Michelangelo. Faksimile einer Handzeichnung des Meisters. Die beigefügten Ziffermaße entsprechen dem Proportionsschlüssel von Kollmann (die Zahlen 1—11 bestimmten Beinmuskeln).

§ 8. Einige wichtigere Maßverhältnisse des Körpers.

Von den Maßen, welche als Grundlage für einen brauchbaren Kanon der Proportionen eines schöngebauten Körpers dienen, seien folgende als besonders wichtig hervorgehoben.

Körperlänge.

1. Die Körperlänge der Menschen zeigt bekanntlich große Verschiedenheiten sowohl bei den Individuen gleicher Rasse als auch in den Mittelmaßen verschiedener Rassen. Als Mittelmaß für den Westeuropäer wird eine Körperhöhe von 165 bis 175 cm angegeben. Die Frauen sind durchschnittlich etwas kleiner als die Männer und zwar nach Quetelet um $^1/_{16}$. In Europa sind die kleinste Rasse die Lappen, deren Durchschnittsmaß auf 152 cm angegeben wird; als kleinste Völker der Erde kennen wir weiter die Eskimos, die Samojeden, die Buschmänner und vor

allem die Zwergvölkerschaften in Mittelafrika, die Akkas, deren Durchschnittsmaß 137 – 140 cm betragen soll. Es sei nicht unerwähnt, daß man die heute lebenden Menschenrassen von einem solchen Zwergvolke als Urform hat ableiten wollen (Kollmann). Von Naturvölkern zeichnen sich durch ihre Körperlänge aus die Patagonier Südamerikas. Auch die Nordamerikaner sind zu einer hochgewachsenen Rasse geworden. Nach Bollinger ist das Mittelmaß der Amerikaner im Westen der Vereinigten Staaten 177 cm, im Osten 173 cm. Für Europa gibt er u. a. an für Engländer 173,6 cm; Schweden 170,2 cm; Belgien 168,6 cm; Norddeutsche 168 cm; Deutschösterreicher 167,2 cm; Südfranzosen 163 cm.

Halbierungslinie des Körpers.

2. Die Halbierungslinie des Körpers liegt beim erwachsenen Manne dicht unter dem unteren Rande des Schambeins, beim Weibe in der Schambeinfuge. Demnach ist die Beinlänge beim Manne etwas höher als bei der Frau.

S
A
Kn
M

Fig. 6. Kopf eines Kindes im ersten Lebensjahre nach Schadow. — S Scheitelhöhe; A Übergangslinie der Stirn in die Nasenwurzel; Kn durch den Nasenstachel gelegte Linie; M Höhe des unteren Kinnrands.

S
A
Kn
M

Fig. 7. Kopf eines erwachsenen Weibes nach Schadow, bez. wie Fig. 3. — SA Schädelanteil; AM Gesichtsanteil; SKn Kopfnasenhöhe.

Die Lage der Halbierungslinie ändert sich stark mit dem Wachstum. Beim neugeborenen Kinde, wo die Entwicklung des Oberkörpers außerordentlich überwiegt, liegt die Halbierungslinie etwas über dem Nabel. Sie liegt weiter

im 2. Lebensjahre	im Nabel,
„ 3. „	in gleicher Höhe mit den Hüftkämmen,
„ 10. „	in einer die beiden Rollhügel des Oberschenkels verbindenden Linie,
„ 13.	am oberen Rand der Schamfuge.

Kopflänge.

3. Als Kopflänge bezeichnen wir den senkrechten Abstand vom Scheitel zum Kinnrande. Diese Länge ist beim Erwachsenen 7 – 7 ½ mal in der gesamten Körperlänge enthalten, bei sehr schlankem Wuchs auch 8 mal. Dies letztere Verhältnis wird in der bildenden Kunst, von der Antike bis auf unsere Zeit bevorzugt. Überschlanke Figuren, namentlich der Renaissance, weisen sogar schon über 8 Kopflängen nach.

Auch hier sind die Änderungen dieses Verhältnisses mit fortschreitendem Körperwachstum stark in die Augen fallend. So mißt

das neugeborene Kind nur	4	Kopflängen,
„ 2jährige Kind	5	„
„ 7jährige „	6	„
der 14jährige Knabe	7	„

Gesichts- und Gehirnanteil des Kopfes.

4. Beim Kopfe ist besonders wichtig das Verhältnis des Gesichtsanteils zum Gehirnanteil. Die Grenze bildet bei der Vorderansicht, d. h. im Antlitz, eine Linie, welche durch die vorderen Enden der Augenbrauen gelegt ist. Der Gehirnanteil reicht also von der Höhe des Scheitels bis zum Übergang der Stirn in die Nasenwurzel, der Gesichtsanteil von da bis zum Kinnrand. Der Gesichtsanteil zerfällt

Fig. 8. Kopf eines Mannes (borghesischer Fechter) nach Schadow. — SA Schädel; AM Gesichtsanteil; SKn Kopfnasenhöhe.

Nasenlänge.

wieder in zwei gleiche Abschnitte: 1. in die Nasenlänge, der senkrechten Entfernung zwischen Nasenwurzel und dem unteren Rand der Nase (Nasenstachel an der Scheidewand zwischen den beiden Naseneingängen) und 2. in die Entfernung zwischen Nasenstachel und Kinnrand. Die Nasenlänge, vom Übergang der Stirn zur Nasenwurzel an gerechnet, ist beim Manne $3^1/_2$mal in der gesamten Kopfhöhe enthalten, beim Weibe viermal. Wechselnd ist das Verhältnis des Gesichtsanteils zum Schädelanteil des Antlitzes während des Wachstums; beim Kinde ist der Schädel unverhältnismäßig groß zum Gesicht, und so beträgt jenes Verhältnis beim männlichen Neugeborenen 5 : 7 (s. Fig. 6). Am Ende des 2. Jahres wird es 9 : 9, und bleibt so bis zur beginnenden Reifeentwicklung mit dem 14. Jahre, wo das Verhältnis 12 : 11 wird, um beim erwachsenen Manne das Verhältnis von 13 : 11 zu erreichen. Es ist die starke Entwicklung namentlich der Kiefer, welche beim Manne dies Überwiegen des Gesichtsanteils an der Kopfhöhe verursacht. Beim Weibe ist diese Entwicklung der Kiefer eine geringere. Es bleibt hier an schönen Köpfen die Höhe des Schädelanteils gleich der des Gesichtsanteils, so daß die Nasenwurzel in der Mitte der gesamten Kopfhöhe liegt (s. Fig. 7 u. 8).

Die Kopfnasenhöhe.

5. Die ganze Höhe des Gehirnschädels wird aber erst durch eine Linie ausgedrückt, welche vom Scheitel bis zum Nasenstachel reicht. Denn die horizontale Linie, welche bei gerader Kopfhaltung durch den Nasenstachel (oder die in gleicher Höhe befindliche äußere Ohröffnung) gelegt wird, trifft auf das Gelenk zwischen Hinterhaupt und dem oberen Ende der Halswirbelsäule, d. h. dem ersten Halswirbel. Man bezeichnet die so erhaltene Höhe auch als Kopfnasenhöhe. Diese soll in der gesamten Körperhöhe zehnmal enthalten sein und bildet mithin, wie noch ausgeführt werden soll, ein Grundmaß bei der Einteilung des Körpers nach dem Dezimalsystem.

Höhe der Wirbelsäule.

6. Die Höhe der Wirbelsäule wird bestimmt durch die Entfernung vom Nasenstachel — der, wie wir sahen, in gleicher Höhe mit dem oberen Ende der Halswirbelsäule liegt — bis zum unteren Rande der Schambeinfuge, welche bei richtiger Beckenneigung im geraden aufrechten Stehen mit dem unteren Ende der Wirbelsäule, d. h. der Spitze des Steißbeins, in gleicher horizontaler Höhe sich befindet. Diese Länge der Wirbelsäule ist in der gesamten Körperhöhe $2^1/_2$mal enthalten.

Schulterbreite.

7. Als Schulterbreite bezeichnet man die Entfernung der äußersten Punkte der beiden Schulterhöhen — also ohne Berücksichtigung des die Schultern wölbenden Fleisches des Deltamuskels. Sie ist etwas größer als die etwas unterhalb gelegene Verbindungslinie der Drehpunkte der beiden Schultergelenke, welche sich am lebenden Körper schwerer bestimmen lassen, und übertrifft um ein Geringes die halbe Höhe der Wirbelsäule.

Hüftbreite.

8. Bestimmt man als Hüftbreite die Gesamtbreite des Körpers in der Höhe der stärksten Hervorragung der Rollhügel, also etwas unterhalb des Hüftgelenks, so zeigt sich, daß beim Manne die Hüftbreite gleich ist der Schulterbreite. Beim Weibe dagegen wird infolge der stärkeren Breite des Beckens die Schulterbreite von der Hüftbreite übertroffen, und zwar soll beim erwachsenen Weibe sich die Breite der Schultern zu den Hüften verhalten wie 34 : 39. Dabei sei jedoch ausdrücklich bemerkt, daß der Armansatz oder die Schulterwölbung durch Oberarmkopf und Deltamuskeln die Schulterbreite beim Manne als größer wie die Hüftbreite erscheinen läßt. Ebenso beim schlank gewachsenen Weibe.

Spannweite der Arme.

9. Was die oberen Gliedmaßen betrifft, so ist bei seitlich wagerecht ausgestreckten Armen deren Spannweite, d. h. die Entfernung zwischen den Spitzen des rechten und linken Mittelfingers ungefähr gleich der Körperlänge, und der Abstand zwischen Mittelfingerspitze eines Armes und der Mitte des oberen Brustbeinrandes in der Kehlgrube ist gleich der halben Körperlänge. Mißt man aber bei herabhängendem Arm von dieser Fingerspitze bis zur Schulterhöhe und von da weiter bis zur Brustbeinmitte — so erhält man ein größeres Maß. Es wird der herabhängende Arm scheinbar länger, und zwar um den Abstand des Drehpunktes des Schultergelenks von der darüber gelegenen Schulterhöhe (s. Fig. 9). Das Armmaß ist daher von diesem Drehpunkt im Schultergelenk und nicht von der Schulterhöhe ab zu bestimmen.

Verschiedenes Maß des seitlich gestreckten und des herabhängenden Armes.

Fig. 9. Verschiedenes Maß des herabhängenden (anscheinend a b) und des seitlich ausgestreckten Armes ($c\,b_1$). — a Schulterhöhe. c Drehpunkt im Schultergelenk. b bezw. b_1 Ellbogenende des Oberarmes. $b_1\,x$ die anscheinende Verkürzung des Armmaßes.

Armlänge.

Die gesamte Armlänge vom Schultergelenk bis zur Mittelfingerspitze ist gleich der Höhe der Wirbelsäule, also $2^1/_2$mal in der Körperlänge enthalten. Bei herab-

hängendem Arm und normalem Hochstand der Schultern reicht die Spitze des Mittelfingers bis zur Mitte des Oberschenkels. Der Oberarm ist etwas länger als der Unterarm. Die Handlänge beträgt $^1/_5$ der gesamten Armlänge.

Unterlänge. 10. Den unterhalb des Halbierungspunktes des Körpers gelegenen Teil der Körperlänge nennen wir auch die Unterlänge des Körpers, im Gegensatz zu der von Kopf und Rumpf gebildeten Oberlänge. Über das wechselnde Verhältnis von Ober- und Unterlänge während der ersten Wachstumsjahre ist oben schon das nötige bemerkt. Der Beginn der Unterlänge am unteren Rande des Schambeins entspricht zugleich dem oberen Ende des Oberschenkels, dem in der Hüftpfanne sich bewegenden Oberschenkelkopf. Von hier aus rechnen wir am richtigsten bis zur Mitte der Kniescheibe hinab die Oberschenkellänge. Gebräuchlicher, weil für die äußere Messung als Teilabschnitt mehr in die Augen fallend, ist es, die freie Beinlänge oder die Schrittlänge zu bestimmen, welche vom Damm oder Schritt (Rumpfende zwischen den Schenkeln) bis zur Fußsohle reicht. Abgesehen davon, daß der weiche Damm einen zuverlässigen Meßpunkt überhaupt nicht bildet, so trägt die Bestimmung der freien Beinlänge auch dem Umstande nicht Rechnung, daß das obere Ende des Oberschenkels höher liegt als der Schritt und in die Muskellager der Hüfte hineinreicht. Daher denn auch die verwirrende Angabe, daß der Oberschenkel von gleicher Länge oder gar kürzer sei als der Unterschenkel, während er tatsächlich etwas länger ist. Die Länge des Unterschenkels wird gemessen von der Kniescheibenmitte — richtiger etwas unterhalb der Mitte — bis hinab zum äußeren Fußknöchel, welcher der Lage des Drehpunkts des Sprunggelenks zwischen Unterschenkel und Fußwurzel entspricht.

Schrittlänge.

Fußlänge. Die Fußlänge ist in der Körperhöhe $6^1/_2$—7mal enthalten. Auch weibliche Figuren der Antike zeigen stets dies natürliche Maß. Allerdings — steckte man die mediceische Venus in modernes Gewand, so würden nach dem neuzeitlichen verdorbenen Schönheitsbegriff, wie er allgemein gehegt wird, deren Füße als übergroß und plump erscheinen.

Bezüglich der Dicke des Schenkels sei noch die Angabe erwähnt, daß der größte Umfang des Oberschenkels $1^1/_2$mal den größten Umfang der Wade, und dieser $1^1/_2$mal den größten Umfang des Unterarms unterhalb des Ellbogengelenks beträgt. Bei stark entwickeltem Fettpolster wird der Umfang des Oberschenkels indes ein größerer sein.

Der Umfang der Wade soll — namentlich bei Frauen — gleich sein dem Umfang des Halses. Zuverlässig ist dies Maß zwar nicht, trifft indessen bei kräftigen jungen Leuten nach einer Reihe von Messungen, die mir vorliegen, ziemlich genau zu.

§ 9. Die Körpermaße nach dem Dezimalsystem.

Wenn man im Körper selbst ein Grundmaß suchen will, wonach sich die Verhältnisse seines Baues bestimmen lassen, so ist es wohl naturgemäß gegeben, auf die Entwicklungsgeschichte des werdenden Menschen zurückzugehen. Wie bei allen Wirbeltieren so zeigt sich auch beim Menschen als erste Anlage des Körpers in dem sich entwickelnden Ei der Kopf und an diesen sich anschließend ein Strang, der sich in gleichartige Platten, die Urwirbel gliedert, d. i. die Wirbelsäule. Carus in seiner „Symbolik der menschlichen Gestalt" (1853) nahm zuerst die Wirbelsäule als Urmaß der Körperverhältnisse und zwar — was allerdings nicht folgerichtig war — die „freie" Wirbelsäule vom ersten Hals- bis zum untersten Lendenwirbel, also ohne Kreuzbein und Steißbein, welche doch ebenfalls Abschnitte der Wirbelsäule sind. Dieses Urmaß teilt Carus in 3 Teile, und nannte einen solchen Teil Modul. Die gesamte Körperhöhe berechnete er auf $9^1/_2$ Modul. Der Bildhauer Rietschel fertigte nach den Carusschen Maßen eine Statue, welche sehr schöne Verhältnisse und Formen aufwies, und als Kanon vielfach von unseren Künstlern benutzt wurde.

Die Wirbelsäule als Urmaß.

Ein noch brauchbareres Maß, welches zudem den Vorzug der Anwendung des Dezimalsystems auf die Einteilung des Körpers bietet und daher leicht übersichtlich ist, war bereits im vorhergehenden angedeutet (s. Fig. 10). Wir erwähnten oben, daß die Kopfnasenhöhe, d. i. die Höhe des Gehirnschädels, $^1/_{10}$ der gesamten Körperhöhe beträgt, die ganze Wirbelsäule, weil $2^1/_2$ mal in der Körperhöhe enthalten, $^4/_{10}$. Kopf und Wirbelsäule vom Scheitel bis zur Steißbeinspitze bilden also die halbe Körperlänge und die Höhe der Wirbelsäule beträgt mithin 4 Kopfnasenlängen. Teilen wir nun die gesamte Körperhöhe eines erwachsenen normal gebauten Mannes in 100 Teile, so erhalten wir folgende Abschnitte (nach Kollmann):

Die Kopfnasenhöhe als Urmaß.

Höhe des Gehirnschädels = Scheitel bis zum Nasenende oder Kopfnasenhöhe . . . . . . = 10 Teile
Hals = Nasenende bis zur Handhabe des Brustbeins in der Kehlgrube . . . = 10 „
Brust = Handhabe des Brustbeins bis zum Schwertknorpel in der Magengrube . . . . . . = 10 „
Oberbauch = Magengrube bis zum Nabel . . . = 10 „
Unterbauch = Nabel bis zum unteren Rand der Schamfuge . . . . . . = 10 „
zus. 50 Teile

Hier am unteren Rand der Schambeinfuge liegt also die Körpermitte. Es haben mithin:

Kopf und Hals zusammen
2 Kopfnasenhöhen = 20 Teile
Kopf, Hals und Brust
3 Kopfnasenhöhen = 30 Teile
Höhe vom Scheitel bis zum Nabel
4 Kopfnasenhöhen = 40 Teile

Fig. 10. Proportionsfigur nach Kollmann mit gleichzeitiger Eintragung des Schlüssels von Schmidt und Fritsch (s. § 10).

Man kann sich leicht mit Maßband und Zirkel überzeugen, daß diese Maße für den Oberkörper gut gewachsener Menschen recht oft zutreffen; ebenso findet man am Oberkörper der besten antiken Bildwerke diese Verhältnisse annähernd wieder, wobei indessen nicht außer acht zu lassen ist, daß der Nabel einen festen Punkt des Körpers nicht darstellt, und in seiner Höhe auch bei sonst gleichen Verhältnissen oft genug Abweichungen zeigt.

Die weiteren Teilstellen nach dieser Messungsart an der Unterhöhe, d. i. an den Beinen entsprechen allerdings keiner im anatomischen Bau begründeten natürlichen Gliederung, denn Maße wie: Mitte des Oberschenkels; Knie oberhalb der Kniescheibe; Unterschenkel unterhalb des Schienbeinstachels und unterhalb der Wade sind zu unbestimmt, als daß sie die Verhältnisse im Bau der unteren Gliedmaßen zu beurteilen ermöglichten.

Es seien nur angegeben:

Oberschenkel vom Rollhügel (stärkste Ausladung) bis zur Mitte der Kniescheibe	24 Teile
Unterschenkel von der Mitte der Kniescheibe bis zum äußeren Knöchel	22 „
Fußhöhe vom äußeren Knöchel bis zur Fußsohle	4 „
Länge des Fußes	15 „

Für die oberen Gliedmaßen stellen sich folgende Maße heraus:

Armlänge von der Schulterhöhe bis zur Spitze des Mittelfingers	44 Teile
Armlänge vom Oberarmkopf gerechnet etwa	40 „
Oberarm von der Schulterhöhe bis zur Ellbogenbeuge	20 „
Vorder- oder Unterarm bis zur Mitte des Handgelenks	14 „
Hand von der Mitte des Handgelenks bis zur Spitze des Mittelfingers	10 „

Von Breitenmaßen seien folgende angeführt:

Schulterbreite zwischen den Schulterhöhen	20 Teile
Breite des Brustkorbs in der Höhe der Brustwarzen ebenfalls	20 „
Größte Entfernung zwischen den beiden Hüftkämmen beim Manne (beim Weibe ist umgekehrt das letztere Maß etwas größer als die Brustbreite)	18 „
Entfernung zwischen den beiden vorderen, oberen Darmbeinstacheln beim Manne	15 „

Die Tiefenmaße des Körpers sind wegen der Atembewegungen für den Brustteil verschieden, je nachdem sie bei Ein- oder Ausatmung bestimmt werden. Dasselbe ist für den Bauchteil des Rumpfes der Fall. Große Unterschiede weist ferner die Gestaltung des Schädels bei den einzelnen Individuen auf, so daß auch das Tiefenmaß des Kopfes von der Nasenwurzel bis zum Hinterhaupt keinen allgemein in Betracht kommenden Wert hat.

Kollmann gibt für letzteres Maß an	12 Teile
Tiefe des Halses	7 „
Entfernung des Brustbeins in der Höhe des Ansatzes der fünften Rippe von den Spitzen der Dornfortsätze bei mäßiger Einatmung	13 „

§ 10. Der Proportionsschlüssel nach Schmidt und Fritsch.

Von denselben Grundmaßen ausgehend, wie sie bei der Einteilung des Körpers unter Anwendung des Dezimalsystems benutzt sind, konstruierte der Maler C. Schmidt 1849 einen „Proportionsschlüssel", der neuerdings durch G. Fritsch aufgenommen und wesentlich ergänzt worden ist. Dieses Messungssystem ist zur Bestimmung und Schätzung der Verhältnisse des Körperbaues besonders brauchbar. Es gestattet, mit Hilfe von Zirkel und Lineal an guten Abbildungen von Bildwerken sowie an Photographien Erwachsener, die unbekleidet in aufrechter Stellung aufgenommen sind, die Vollkommenheiten oder Unvollkommenheiten der Proportionen des Körperbaues schnell und meist zutreffend zu beurteilen.

Die Konstruktion dieses „Schlüssels" (s. Fig. 11) ist folgende. Eine Linie WW_1 gebe als Grundmaß die Länge der Wirbelsäule an, gemessen vom Nasenstachel bis zum unteren Rand der Schamfuge beim Mann, bis zum oberen Rand der Schamfuge beim Weibe.

Konstruktion des Proportionsschlüssels.

Diese Linie wird in 4 gleiche Teile geteilt. Ihre Verlängerung nach oben um einen solchen Teil bis K endet in der Scheitelhöhe des Kopfes. Wir haben damit die Oberhöhe des Körpers KW_1 vom Scheitel bis zum unteren Ende der Wirbelsäule, eingeteilt in 5 Maßeinheiten (Modul). Ziehen wir nun eine horizontale Linie durch die Grenze des 2. und 3. Modul, welchen Punkt wir, da er der Höhe des oberen Brustbeinrandes entspricht, mit B bezeichnen wollen, und geben dieser Linie beiderseits von B an die Länge eines Moduls, so bezeichnen die so gewonnenen Endpunkte Sl und Sr die Lage der Drehpunkte der beiden Schultergelenke.

Ziehen wir weiterhin in gleicher Weise durch den Endpunkt W_1 eine horizontale Linie und geben ihr nach rechts und nach links die Länge eines halben Moduls, so zeigen die so gewonnenen Punkte Hl und Hr die Lage der Hüftgelenkpfannen d. h. die oberen Enden der Oberschenkel an. Verbinden wir nun die Schultergelenkpunkte Sl und Sr mit den Hüftgelenkpunkten der gegenüberliegenden Seite, also Sl mit Hr und Sr mit Hl, so schneiden sich diese Linien im Nabelpunkte N. Ziehen wir weiter von den Schulterpunkten Sl und Sr Linien durch den Punkt W (Nasenstachel) und legen durch den Endpunkt K (Scheitelhöhe) Parallelen zu diesen Linien, so entsteht ein Quadrat, dessen quere Diagonale Gl Gr die Gesichts- oder vielmehr Schädelbreite angibt. Ziehen wir ferner Parallelen zu Sl W und Sr W durch den Brustpunkt B, so schneiden diese die Schulterhüftlinien Sl Hr sowie Sr Hl in den Punkten Bwl und Bwr, womit die Lage der linken und der rechten Brustwarze am Rumpfe angegeben wird.

Fig. 11. Proportionsschlüssel nach Schmidt und Fritsch. — Bezeichnungen s. i. Text.

Für die Gliedmaßen erhalten wir nun weiter folgende Maße: Die Verbindung eines der Schulterpunkte Sl und Sr mit den Brustwarzenpunkten der gegenüberliegenden Seite, also Sl mit Bwr oder Sr mit Bwl gibt die Länge des Oberarms; die Länge Bwl N, d. h. der Abstand eines der Brustwarzenpunkte vom Nabelpunkte N ist gleich der Länge des Unterarms; die Entfernung des Nabelpunktes N von einem der Hüftpfannenpunkte, also Hl N oder Hr N ist gleich der Länge der Hand. Ferner: Die Entfernung der Brustwarzenpunkte von einem der Hüftpfannenpunkte der gegenüberliegenden Seite, also Bwl Hr oder Bwr Hl ist gleich der Länge des Oberschenkels. Die Entfernung dagegen eines Brustwarzen-

2*

punktes von dem Hüftpfannenpunkt derselben Seite, also Bwl Hl oder Bwr Hr gibt die Länge des Unterschenkels; die Entfernung endlich eines der Brustwarzenpunkte vom Nabelpunkte Bwr N oder Bwl N, d. h. die Unterarmlänge, ist annähernd gleich der Länge des Fußes: d. h. die Fußlänge übertrifft um ein Geringes die Länge des Unterarms. Die Fußhöhe ist gleich einem halben Modul. Die gesamte Körperlänge ist gleich $10^1/_3$ Modul. Der normal gebaute Körper wäre also nach diesem Proportionsschlüssel um ein Geringes schlanker als nach dem vorhin gegebenen Schlüssel unter Anwendung des Dezimalsystems.

Man darf eben nicht vergessen, daß es sich hier keineswegs um mathematisch genaue Maße handelt — solche sind in dem Körperbau des Menschen nicht gegeben, sondern nur um Schätzungswerte, welche den Ergebnissen zahlreicher Messungen an gut entwickelten Menschen tatsächlich am meisten entsprechen. Genau so verhält es sich mit den Maßbestimmungen und Vorschriften, welche als eine Art geheiligter Überlieferung seit Jahrhunderten für die bildenden Künstler maßgebend sind. Es beruhen hierauf auch die eingehenden Maßziffern und Konstruktionen, welche noch vor wenigen Jahren der Bildhauer Prof. Otto Geyer in seinem Tafelwerke „Der Mensch" niedergelegt hat. Es hat dann weiter A. Zeising 1854 und neuerdings Johannes Bochenek unternommen, für den Begriff des „Schönen" im Gliederbau des Menschen sowohl wie aller Schöpfungen der Natur und Kunst eine einheitliche mathematische Formel zu finden, nämlich das Prinzip der Teilung nach dem „Goldenen Schnitt", wonach sich kleinere Teile zu den größeren zueinander verhalten, wie das Ganze zum größeren Teil. Alle diese Versuche weichen in ihren Ergebnissen nur wenig voneinander ab. Jedenfalls stellt sich heraus, daß dieselben Regeln, welche wir dem Gliederbau schön gewachsener Menschen der Jetztzeit entnehmen, auch für die Bildhauer maßgebend waren, welche die herrlichsten antiken Bildwerke vor mehr als zweitausend Jahren schufen.

§ 11. Die Ausgestaltung des Menschen durch das Wachstum.

Im vorhergehenden war bereits auf einzelne Unterschiede aufmerksam gemacht, welche in den Verhältnissen des Körperbaus während der Jahre des Wachstums obwalten.

Das Säuglingsalter.

Als ein hilfloses Wesen löst sich der Säugling los vom Körper der Mutter, um fortan sein Eigendasein zu führen. Von einem selbständigen Seelenleben sind nur erst die Uranfänge vorhanden: unbestimmte Gefühle von Behagen oder Unbehagen, insbesondere die Empfindung des Nahrungsbedürfnisses sowie Schmerzgefühl sind es, denen der Säugling Ausdruck zu geben weiß. Dazu kommen bestimmte, zur Erhaltung des Daseins notwendige Bewegungsvorgänge, welche sich zunächst ganz unbewußt vollziehen. Schon im Mutterleibe hatte das Herz des Kindes regelmäßig gearbeitet, um das Blut, und mit diesem die vom Mutterblut gelieferten Baustoffe für das stark wachsende Körperchen umzutreiben. Nun aber, wo die Sauerstoffzufuhr aus dem mütterlichen Blute plötzlich abgeschnitten ist, macht das Kind, einem Erstickenden gleich, eine krampfhafte Atembewegung: zum erstenmale füllen sich die Lungenbläschen mit Lungenluft und es hebt von da ab der regelmäßige Gang von abwechselnder Ein- und Ausatmung an, um erst mit dem Erlöschen des Daseins wieder aufzuhören. Ebenso stellen sich von selbst mit dem Anlegen an die Mutterbrust die Saugbewegungen ein.

Dem allmählichen Erwachen der feineren Sinne in den ersten Lebenswochen, des Gesichts und des Gehörs, folgen dann auch die Anfänge zweckmäßig ausgeführter

Willkürbewegungen. Der früh schon vorhandene Bewegungstrieb läßt das Kind nach allen möglichen Gegenständen greifen, die in seinen Gesichtskreis fallen. Das geschieht zunächst noch unsicher; die Arme fackeln ungeschickt umher und die Händchen tasten oft daneben; stete triebmäßige Übung macht aber allmählich solche Bewegungen bestimmter, so daß die gewollte Richtung sicherer erzielt wird. Zu diesen seelischen Tätigkeiten tritt dann gegen Ende des ersten Lebensjahres das Bedürfnis nach sprachlicher Mitteilung, das Erwachen der Sprechlust hinzu: den unartikulierten Urlauten folgen die Versuche, häufig vorgesprochene Worte nachzulallen. Langsam lernt dann das Kind auch mit solchen Worten bestimmte Personen und Dinge seiner Umgebung zu kennzeichnen. So erringt sich das Kind nach dem ersten Lebensjahre bald schneller bald langsamer den stolzen Besitz der Menschheit, nämlich den Gebrauch der artikulierten Sprache. Zwar ist der Kopf des Säuglings unverhältnismäßig groß: die Kopfhöhe ist in der gesamten Körperhöhe, wie wir schon sahen, nur 4 mal enthalten. Aber das übermäßig große Gehirn muß erst langsam lernen zu arbeiten.

Wachstum und Körperform des Säuglings.

Weitaus treten demgegenüber die vegetativen Tätigkeiten beim Säugling in den Vordergrund: die Nahrungsaufnahme, die Verdauung und dementsprechend das Wachstum. Auf keiner späteren Altersstufe mehr besteht eine solche Energie des Wachstums. Schon nach 24 Lebenswochen hat sich das Durchschnittsmaß des bei voller Entwicklung etwa 3500 Gramm schweren Neugeborenen verdoppelt. Am Ende des ersten Lebensjahres ist der kindliche Körper bereits $2^3/_4$ mal schwerer.

Der Rumpf behält seine verhältnismäßig große Länge bis etwa zum 3. Lebensjahre. Von da ab überwiegt jedoch das Wachstum der Gliedmaßen, und zwar erreichen meist zwischen dem 3.—6. Lebensjahre Arme und Beine die Rumpflänge. Weiterhin aber überwiegt das Wachstum der Beine das der Arme, bis schließlich beim Erwachsenen die Beinlänge (vom Spalt bis zur Sohle gemessen) die Länge des Arms mit der Hand um 24%, die Rumpflänge um 40% übertrifft — vorausgesetzt, daß es sich um einen schlankgewachsenen Menschen von guten Verhältnissen des Körperbaus handelt.

Bis zum 4. Jahre wächst der Oberarm im Verhältnis schneller als der Unterarm und die Hand, ebenso der Oberschenkel schneller als der Unterschenkel und der Fuß. Nach dem 4. Lebensjahre beginnen Unterarm und Unterschenkel sich schneller und kräftiger auszubilden.

Volle natürliche Entwicklung.

Aus alledem geht hervor, daß die volle natürliche Entwicklung des Menschen zum Ziele nimmt: verhältnismäßig kurzen Rumpf, verhältnismäßig lange Gliedmaßen. Hat der Erwachsene unverhältnismäßig kurze Beine oder Arme, kleine Hände oder Füße, so bedeutet dies einen Mangel hinsichtlich der Entwicklung, ein Stehenbleiben auf jugendlicher Form der betreffenden Körperteile. Fragen wir weiter, unter welchen äußeren Einflüßen die Entwicklung vom Kinde zum Mann gerade diesen Weg läuft, so steht außer Frage, daß es die Benutzung, die Tätigkeit der verschiedenen Körperteile ist, welche ihnen starke Wachstumsanregungen und dementsprechende Ausbildung verleiht. Beim Säugling überwiegen durchaus die vegetativen Tätigkeiten der Atmung und der Verdauung, daher in den ersten beiden Lebensjahren das Übergewicht des Rumpfes in den Verhältnissen des Körperbaus sich noch kaum ändert. Wie die rege Nahrungsaufnahme und Verdauungstätigkeit für die Bauchorgane, so bildet namentlich das Schreien in diesem Beginn des Erdenwallens eine der Umgebung zwar weniger angenehme, für die Lungen des Kindes aber besonders wirksame Wachstumsanregung. Mit dem zweiten Lebensjahre tritt immer mehr für das Kind der Gebrauch der Gliedmaßen in sein Recht. Zuerst werden die Arme und Hände in vielfachen Hantierungen geübt und geschickter, während die Beine zunächst noch recht unsicher den Körper tragen. Nach dem 6. Lebensjahre hin tritt aber der

Muskeltätigkeit als Wachstumsanregung.

Trieb zur Fortbewegung immer mehr in den Vordergrund der Tätigkeit des Kindes und die Freude am Gehen, am Laufen, am Springen und Hüpfen sucht naturgemäß ihre Befriedigung. In diesem Betracht sind zweifellos die Spiele und das Tummeln der Kinder zur Entwicklung des Körpers von gleicher Notwendigkeit wie die Ernährung. Desgleichen wird für die ganze Zeit des Wachstums eine volle gleichmäßige Ausgestaltung des Gesamtkörpers nur gewährleistet durch regelmäßigen und steten Gebrauch und die Übung aller seiner Teile und Organe.

Wie die Gewöhnung an das aufrechte Stehen und Gehen weiter die Ausgestaltung der Wirbelsäule in ihren natürlichen Krümmungen nach sich zieht, wird unten noch des Näheren zu erörtern sein. —

Die körperliche Entwicklung im Knaben- oder Mädchenalter.

Der Übergang vom Kindesalter zu der Knaben- oder Mädchenzeit ist gekennzeichnet durch den Zahnwechsel, d. h. den Ersatz der 20 Milchzähne durch das bleibende Gebiß. Mit dem 6. und 7. Lebensjahre beginnen nämlich die in den Kiefern vorgebildeten Zähne allmählich die Milchzähne zu verdrängen und sich an deren Stelle zu setzen. Nicht nur das. Es treten auch noch acht neue große Backzähne hinzu. Dieser Durchbruch des bleibenden Gebisses nimmt eine Reihe von Jahren in Anspruch und findet seinen Abschluß — wenn wir absehen vom Durchbruch der letzten 4 Backzähne, der sogen. „Weisheitszähne" im 20.—30. Lebensjahre — erst im 12.—14. Lebensjahre.

Die Veränderungen der Körperform, welche im Kindesalter bereits begonnen, nehmen im Knaben- oder Mädchenalter ihren Fortgang. Nur vollzieht sich das Längenwachstum in der Regel nicht in gleichmäßig fortschreitendem Maße, sondern so, daß eine Periode langsameren Wachstums, die wir als „Fülle" bezeichnen, wechselt mit einer Periode schneller fortschreitender Längenzunahme, der „Streckung". Schon im Kindesalter folgte einer „ersten Fülle" im 2.—4. Lebensjahre, bei der die Körperformen mehr rundlich erscheinen, eine „erste Streckung" im 5.—7. Lebensjahre, während welcher das schnellere Längenwachstum die gesamte Körpergestalt schlanker erscheinen läßt. Ähnlich verlangsamt sich das Längenwachstum während der „zweiten Fülle", etwa vom 8.—10. Lebensjahre, und gestaltet sich zu einem schnelleren Emporschießen während der „zweiten Streckung" vom 11.—14. Jahre.

Wachstum der Muskeln.

Das Stärkerwerden des Knochengerüstes wird nun begleitet von einer erheblichen Zunahme des Muskelfleisches. Kein anderes Gewebe des Körpers zeigt eine gleiche Energie des Wachstums wie das Muskelgewebe. Während das Gesamtgewicht des Körpers von der Geburt bis zur vollen Entwicklung des Erwachsenen zunimmt um das 19fache, wächst die Muskulatur — wenigstens beim Manne — um etwa das 48fache ihres Anfangsgewichts. Besonders augenfällig setzt nun das starke Wachstum der Muskeln nach dem 7. Lebensjahre ein und steigert sich, wie zahlreiche sorgfältige Messungen zeigen, noch erheblich in der Zeit vom 11. bis 14. Lebensjahre. Es geht einher mit einer stärkeren Breitenentwicklung der Schultern wie der Hüften. Dementsprechend nimmt denn auch in dieser Altersstufe die Lust nicht nur, sondern auch die Befähigung zu kräftigen und umfänglichen Muskelbewegungen zu.

Unterschied des Wachstums bei Knaben und Mädchen.

Bemerkenswert ist in den Jahren der zweiten Streckung, vor beginnender Reifeentwicklung, das stärkere Körperwachstum der Mädchen. Während nämlich bis dahin die Knaben in bezug auf Körperlänge wie Körpergewicht die Mädchen im Durchschnitt etwas übertrafen, tritt mit dem 11. Lebensjahre das Umgekehrte ein. Die Unterschiede sind gar nicht unerheblich, da die Mädchen in der Zeit vom 11. bis 14. Lebensjahre durchschnittlich um 2,5 cm länger und um etwa 2 kg schwerer sind als die gleichaltrigen Knaben. Dagegen bleiben sie auch jetzt an Brustumfang sowohl wie an Muskelkraft hinter den Knaben zurück — ein wichtiger Fingerzeig für die Notwendigkeit kräftiger Leibesübung der Mädchen in dieser Altersstufe.

Mit dem 15. Lebensjahre erst holen die Knaben diesen Vorsprung ein, und bleiben von da ab an Länge und Gewicht den Mädchen überlegen.

Das Knaben- oder Mädchenalter leitet über zur Entwicklungs- oder Reifungszeit: Der Knabe wird zum Jüngling, das Mädchen zur Jungfrau. Mit dem Abschluß der Entwicklungszeit vollendet sich das Längenwachstum und zwar bei der Jungfrau, der früheren geschlechtlichen Reifung entsprechend, meist mit dem 17.—18. Lebensjahre, während es beim Jüngling oft bis zum 20. Lebensjahre, ja noch darüber hinaus andauert. Dementsprechend fühlt sich auch das Mädchen bereits als voll Erwachsene, als Jungfrau zu einer Zeit, wo der gleichaltrige Jüngling in seinem ganzen Wesen und Gebahren als das Fertige und Unreife, das Fahrige und Unbeholfene zeigt, welches für die Zeit der „Flegeljahre" bezeichnend ist.

Die Reifungszeit.

Neben der geschlechtlichen Reifung gehen in dieser Lebenszeit noch andere wichtige Veränderungen im Körper vor sich. Das ist zunächst beim Jüngling ein starkes Wachstum des Kehlkopfs. Die Stimme erhält dadurch eine vollständig geänderte Klangfarbe (Brechen der Stimme) und wird zur Stimme des Mannes.

Weiterhin ist die Reifezeit gekennzeichnet durch ein außerordentlich starkes Wachstum der Lungen sowie insbesondere des Herzens. Wir werden an anderer Stelle dieses Buches darauf noch eingehend zurückkommen, zumal mit Hinblick auf die rechte Gestaltung der Leibesübungen in dieser Altersstufe.

Seinen vollen Abschluß nimmt das Wachstum erst zwischen dem 25. und 30. Lebensjahre mit Vollendung der Breitenentwicklung des Körpers.

§ 12. Verschiedene Wuchsformen des Menschen.

Aus der Vielheit der immer wieder verschiedenen und wandelbaren Gestaltungen des Menschen war in den vorhergehenden Ausführungen versucht, das Gattungsmäßige herauszuschälen und in bestimmten Verhältnissen Maße und Formen des Körperbaus, den Typus des wohlentwickelten schönen Menschen, festzustellen. Die individuellen Abweichungen von dieser typischen Form sind außerordentlich weitreichend und, wie es scheint, bei den Völkern mit entwickelter Kultur noch mannigfaltiger als bei den Naturvölkern. Diese Abweichungen können ererbte sein oder erworbene, sie können Rasse- oder Geschlechtseigentümlichkeiten darstellen oder in besonderen Daseinsbedingungen und Lebensgewohnheiten ihren Grund haben. Die unbegrenzte Menge aller dieser Formen können wir nun auf bestimmte gemeinsame Merkmale hin in einzelne Gruppen ordnen und so eine Reihe von besonders häufigen Wuchsformen des Menschen aufstellen. Dies kann hier nur in den breitesten Zügen geschehen — wobei indes vorbehalten sei, auf einzelne für das Gebiet der erzieherischen Leibesübungen besonders wichtige Verhältnisse, wie z. B. die verschiedene Gestaltung der Wirbelsäule später an geeigneter Stelle noch zurück zu kommen.

Hinsichtlich der *Körperlänge* unterscheiden wir zunächst *hoch*-, *mittel*- und *kleingewachsene* Menschen. Als untere und obere Grenze des *Mittelwuchses* beim völlig ausgewachsenen Menschen hatten wir oben bereits für den Westeuropäer eine Körperhöhe von 165—175 cm angegeben. Menschen, deren Körperhöhe unter 165 cm beträgt, nennen wir demnach *Kleingewachsene*, solche, die über 175 cm groß sind, *Hochgewachsene*. Hierbei sei indessen bemerkt, daß für das weibliche Geschlecht diese Maße etwas niedriger zu nehmen sind und hier etwa 160—170 cm als Mittelwuchs gelten können.

Unterscheidung nach der Körperlänge.

Die äußersten Grade des Kleinwuchses nennen wir *Zwergwuchs*, die des Hochwuchses *Riesenwuchs*.

Zwergwuchs.

Wir sprechen von Zwergwuchs bei einer Körperhöhe des ausgewachsenen Menschen, die unter 140 cm beträgt und bis nahe an 70 cm hinabsinken kann. So maß der vor einigen Jahren in Europa gezeigte Zwerg „General" Mite im Alter von 16 Jahren 82,1 cm, seine „Braut", die 12jährige Miß Nellie 72 cm. Solche Zwerge — oft Kinder von ganz wohlgebildeten Eltern — zeigen meist unverhältnismäßig großen Kopf und Rumpf, dagegen kurze zierliche Ärmchen und Beinchen, d. h. die Körperverhältnisse eines kleinen Kindes. Der Zwergwuchs ist mithin oft nur als eine krankhafte Bildungs- und Wachstumshemmung aufzufassen. Es kommen aber auch Zwerge zur Beobachtuug, welche, mit Ausnahme des stets zu großen Kopfes, ganz wohlproportionierte Formen besitzen. Durch Krankheit, namentlich durch die englische Knochenkrankheit (Rachitis) verkrümmte und verkrüppelte Wesen rechnen nicht zu den eigentlichen Zwergen.

Riesenwuchs.

Was nun das Gegenteil des Zwergwuchses betrifft, so bezeichnen wir eine hochgewachsene Figur von über 190 cm als auffallenden Hochwuchs, bei einer Körperlänge von 2 Metern und darüber als Riesenwuchs. Das höchst beobachtete Maß ist 253—255 cm Körperhöhe. Bekannte geschichtliche Beispiele sind ein Riesengardist Friedrich Wilhelms I. mit 252 cm, der römische Kaiser Maximin mit 250 cm. Meist sind bei den Riesen die Beine unverhältnismäßig lang, der Kopf im Verhältnis zum ganzen Körper klein. Der Gliederbau ist — obschon die langen Knochen recht dünn zu sein pflegen, meist plump und schwerfällig, zudem das ganze Wesen träge, der Geist wenig geweckt. Kurz es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß ausgesprochene Riesenformen das Ergebnis eines nur krankhaft gesteigerten Wachstums sind. Es waltet hier eine ähnliche Wachstumssteigerung ob, wie bei solchen stark athletisch gebauten Menschen, deren ungewöhnliche Muskelentwicklung und Kraft nicht etwa durch planmäßige Übung erworben, sondern angeboren ist. Bei dem „Muskelmann" Maul, den wir vor einer Reihe von Jahren zu untersuchen Gelegenheit hatten, erstreckte sich dieser Riesenwuchs der Muskulatur lediglich auf Rumpf und Arme, die in ihrer mächtigen Entwicklung einen fast lächerlichen Gegensatz zu den dünnen kraftlosen Beinen bildeten — so als ob man den Rumpf einer Statue des Herkules auf die Beine einer zarten Bacchusfigur gesetzt hätte. Hier lag das Krankhafte auf das handgreiflichste zutage, wie der Mann denn auch früh an einem Nervenleiden mit — Muskelschwund zugrunde ging. —

Krankhafte Wachstumssteigerung.

Außer der Körperhöhe kommt nun weiter in Betracht die Körperbreite. Figuren mit verhältnismäßig geringer Breitenentwicklung, langem Hals, schmalem Brustkorb, schmalen Hüften und mit im Verhältnis zum Rumpf überlangen Beinen nennen wir schlank. Figuren mit besonders starker Breitenentwicklung, kurzem Hals, breiten Schultern, gewölbter Brust, längerem Rumpf und verhältnismäßig kurzen Beinen nennen wir gedrungen.

Schlanker und gedrungener Wuchs.

In der Regel ist das Verhältnis so, daß schlanke Figuren zugleich hochgewachsen sind, gedrungene zugleich kurz gewachsen. Erstere sind schenkellang und es überwiegt bei ihner der Unterkörper, letztere sind schenkelkurz und es überwiegt der Oberkörper.

Hochgewachsene „verlieren" infolge ihres weniger langen Rumpfes beim Sitzen, d. h. ihre hervorragende Körperlänge kommt dann nicht zum Ausdruck, umgekehrt scheinen kurz gewachsene Gestalten infolge ihrer ansehnlichen Rumpfentwicklung beim Sitzen stattlicher. Schon Homer merkt von Menelaos und Odysseus besonders an, daß ersterer stehend hervorragte über die anderen, Odysseus aber sitzend der Ansehnlichere war.

Menschen von kurzem aber gedrungenem und breitem Wuchs sind meist kräftig, gewandt und ausdauernd. Oft ist der gedrungene Wuchs bei ihnen Folge von in früheren Jahren (Lehrlingsalter) bereits beginnender regelmäßiger starker

Muskelarbeit, bei der namentlich Oberkörper und Arme angestrengt werden. Dies ist z. B. bei Schmieden, Schlossern, Zimmerleuten u. dgl. der Fall. So sind denn auch solche kräftige untersetzte Gestalten für Kraftübungen besonders veranlagt; man findet Leute von solcher Körperbildung daher vielfach in Turn- und Athletenvereinigungen. Unter den besseren Gerätturnern bilden sie wohl überall die Mehrheit.

Umgekehrt ist schlanker, hoher Wuchs oft gepaart mit schwächlicher Muskelentwicklung, schmaler und flacher Brust. Solche langaufgeschossenen aber wenig in die Breite gewachsenen Menschen haben oft eine recht geringe Widerstandskraft gegen Erkrankungen namentlich der Atemorgane.

Nicht immer indes ist schlanker Wuchs verbunden mit ansehnlicher Körperlänge, und nicht immer sind breite mehr gedrungene Gestalten zugleich auch klein. Es können sich auch die Merkmale und Verhältnisse des schlanken Wuchses vorfinden bei geringer Körperhöhe. Solche Gestalten nennen wir mit Recht zierliche, es sind gewissermaßen Miniaturausgaben einer großgewachsenen und schlanken Figur. Junge Mädchen und Frauen von derart zierlichem Körperbau besitzen in ihrer Art einen besonderen Liebreiz.

Zierlicher Körperbau.

Andererseits fehlt es auch nicht an hohen Gestalten, welche zugleich eine starke fast gedrungene Breitenentwicklung aufweisen — Urbilder mächtiger alles bezwingender Körperkraft. Einen solchen Körperbau verleiht unsere Phantasie den Helden der Sage und der Vorzeit. Dementsprechend nennen wir derartige Gestalten, die auch unter den Jünglingen und Männern unseres Geschlechtes, wenn auch nicht gerade häufig, vorkommen: Hünengestalten. —

Hünengestalten.

Eine besondere Erwähnung verdienen noch zwei besondere Wuchsformen bei Menschen von Mittelgröße, Formen, welche in einzelnen Merkmalen sich einerseits dem schlanken, andererseits dem gedrungenen Körperbau annähern, in anderen davon abweichen. Im ersteren Falle handelt es sich um gut proportionierte Körper mit verhältnismäßig kurzem Rumpf, schlanken, in allen Abschnitten wohl entwickelten und kräftigen Armen und Beinen, schlankem Hals, aber auch breiter Brust. Das sind also Figuren, die in der Hauptsache der früher beschriebenen typischen Idealform des erwachsenen Menschen entsprechen. Diese schöne Form eines in allen seinen Teilen wohlentwickelten Körpers wird verdankt der gewohnheitsmäßigen Ausübung einer alle Gliedmaßen in gleicher Weise in Anspruch nehmenden Muskelarbeit. Gould, der während des amerikanischen Bürgerkrieges an einem nach vielen Tausenden zählenden Riesenmaterial seine Messungen anstellte, fand diese schöne Körperentwicklung namentlich bei Matrosen, welche bei ihrer mannigfaltigen, häufig die gesamte Energie der geistigen und körperlichen Kräfte in Anspruch nehmenden Berufstätigkeit, Arme wie Beine in gleicher Weise zu gebrauchen und anzustrengen haben. Wir finden solche Gestalten aber auch vielfach auf unseren Übungsplätzen bei jungen Leuten, welche nicht gerade sich in Kraftleistungen oder Kunstübungen am Gerät auszuzeichnen brauchen, sondern vor allem gute Läufer und Springer, tüchtige Schwimmer oder Ruderer usw. sind. Eine besonders große Anzahl solcher gut entwickelter, ebensowohl schlanker und sehniger

Einfluß der Muskeltätigkeit auf schöne schlanke Wuchsform.

I II

Fig. 12. I Wuchsform mit langem Rumpf bei schlechter Muskelentwicklung; II schöne schlanke Wuchsform infolge regelmäßiger allseitiger Muskeltätigkeit. (Nach Ranke, Der Mensch.)

als kräftiger Gestalten finden wir auch als Ergebnis einer guten körperlichen Erziehung durch die Kadettenanstalten und später durch den Waffendienst unter den Offizieren unseres Heeres (s. Fig. 12. II).

Wuchsform bei schlechter Muskelentwicklung.

Das Gegenstück hierzu (Fig. 12. I) bilden junge Leute mit verhältnismäßig langem Rumpf, flacher Brust, aber breiter Gesäßgegend, kurzen Armen und Beinen, kleinen Händen, wenig gewölbten oft gar platten Füßen, dünnen Unterarmen, kraftlosen Waden und schwammig weicher fettreicher Haut. Sie unterscheiden sich von den gedrungenen, untersetzten Gestalten, wie wir sie oben beschrieben haben, in ausgesprochener Weise durch die geringe Brustweite und die schwächliche Muskelentwicklung. Die gesamte Körperbildung trägt also einen mehr weiblichen Charakter und klingt in ihren Proportionen an die Verhältnisse im frühen Jugendalter an. Der Körper ist nicht durchgearbeitet und daher in manchem Betracht auf einer früheren Entwicklungsstufe stehen geblieben. Es mangelten ihm die Wachstumsanregungen, wie sie eben nur die allseitige geregelte Muskelarbeit zu geben vermag. Gould fand diese Form ganz vorwiegend bei Angehörigen von Ständen, welche keine mechanische Arbeit zu verrichten haben, namentlich bei Studierenden. Auch bei Kaufleuten, Schreibern u. dgl. ist solche Körperform häufig.

Der Einfluß, der hier dem Berufe, bezw. der Übung oder der Vernachlässigung der Muskulatur hinsichtlich der gesamten Körperform zugeschrieben ist, wird hinsichtlich einzelner wichtiger Körperabschnitte auch durch anderweite Messungen bestätigt. Es seien hier nur die Verhältnisse hervorgehoben, welche bei den gestellungspflichtigen Rekruten Badens hinsichtlich der Entwicklung der Brust (Brustumfang und Atemtiefe) sich feststellen ließen. Nach O. Ammon ergab sich hier durchgehend, daß eine normal entwickelte Brust die Regel war nur bei Landwirten, sowie bei solchen Berufsarten, welche stetige Arbeit im Freien bedingen. Geringer im Durchschnitt war die Brustentwicklung bei den in Werkstätten tätigen Handwerkern und Arbeitern. Am geringsten war sie bei den in Fabriken, Kontoren und Läden beschäftigten Leuten.

Einfluß der sozialen Verhältnisse auf die Körperentwicklung.

Neben der besonderen Berufstätigkeit sind auch die sozialen Verhältnisse von Einfluß auf die Ausgestaltung des Körpers. Armut, welche mit dürftiger Ernährung verbunden ist, Überanstrengung, welche bei unzureichenden Kräften sich bald einstellt, Mangel an Luft und Licht in den Wohnungen usw. behindern das Wachstum. Ungenügende oder fehlerhafte Ernährung hat namentlich bei den Kindern der Ärmeren häufig Rachitis, d. h. mangelhafte Knochenbildung zur Folge. Selbst da, wo diese Krankheit nur leicht und vorübergehend in der ersten Kindheit auftritt, kann sie die Entwicklung des Skeletts beeinflussen. So erklärt es sich schon hierdurch, daß die Körpergröße der wohlhabenderen Bevölkerungsklassen — wie z. B. der Vergleich der durchschnittlichen Körperlänge und des Gewichts bei gleichaltrigen Volksschülern und Schülern höherer Lehranstalten stets ergibt — die der ärmeren Klassen übertrifft und häufiger das Mittelmaß überschreitet. Dagegen trifft man gerade bei den Wohlhabenden überwiegend oft auch jene Wuchsform mit längerem Rumpf, kurzen Beinen, kleinen zarten Händen usw., welche wir oben als durch den Mangel an ausreichender Muskelarbeit veranlaßt kennen lernten.

Rassenunterschiede im Körperbau.

Was die Rassenunterschiede betrifft, so sind die bezüglichen Angaben, wenn sie nicht auf sehr umfassenden, genauen Messungen beruhen, stets mit Vorsicht zu behandeln. Es steht aber wohl fest, daß bei den germanischen Völkern, also bei den Engländern, den Schweden und den Deutschen, daß ferner auch bei den Slawen und Madjaren schlanke Wuchsformen mit im Verhältnis kurzem Rumpf und langen

Beinen häufiger sind als bei den romanischen. Insbesondere wird für die Spanier ein Überwiegen der Wuchsform mit langem Rumpf und kurzen Beinen angegeben. Auch bei den Juden sollen Arme und Beine verhältnismäßig kurz sein.

Einwirkung der Kultur.

Was endlich die Einwirkung der Kultur betrifft, so ist zweifellos die durchschnittliche Körperentwicklung bei den Kulturvölkern eine bessere als bei den „wilden" Völkerschaften. Selbst da, wo bei letzteren der Lebensunterhalt, namentlich Jagd und Krieg, eine stärkere Inanspruchnahme der Muskulatur erfordern, treten häufiger auch hemmende Einflüsse auf das Wachstum ein durch zeitweisen Nahrungsmangel, ungenügenden Schutz gegen die Witterungseinflüsse u. dergl. Beim Kulturmenschen ist eben in weit höherem Grade eine Gleichmäßigkeit aller äußeren Lebensbedingungen und damit auch des Wachstums gewährleistet. Bei einzelnen Naturvölkern, deren Daseinsbedingungen sich besonders ungünstig gestalten, sehen wir, daß ganze Stämme im Wachstum und in der gesamten Körperentwicklung zurückgehen und entarten. Solche „Kümmerformen" sind z. B. die Lappen, die Buschmänner Afrikas, sowie die Weddahs auf Ceylon.

§ 13. Fettleibigkeit und Magerkeit.

Die äußere Erscheinung des Menschen kann, abgesehen von der Wuchsform, noch wesentlich beeinflußt sein durch den Zustand entweder der Fettleibigkeit oder der Magerkeit.

Bei jedem wohlentwickelten, in gesundem Ernährungszustand befindlichen Menschen ist an bestimmten Stellen des Körpers Fett in den Körpergeweben enthalten. Es ist vor allem die Haut, welche allenthalben eine mit Fett durchsetzte Schicht enthält, die am Unterbauch, an den Hüften, dem Gesäß, sowie den angrenzenden Teilen der Schenkel bis zu einer Speckschwarte von 5 cm Dicke anwachsen kann; es sind ferner die Eingeweide namentlich des Bauches, um welche sich größere Fettmassen ablagern können. Eine mittlere Fülle des Fettpolsters der Haut trägt entschieden dazu bei, die Schönheit der Körperformen zu erhöhen und ihnen, namentlich beim Weibe, eine gefällige Rundung und Weichheit zu verleihen. Anders, wenn die Fettmassen im Körper sich stärker anhäufen, so daß die Körperverhältnisse, in erster Linie die des Rumpfes, in entstellender Weise sich ändern.

Wir unterscheiden dabei zwischen Behäbigkeit oder Beleibtheit und den höheren Graden allgemeiner Fettleibigkeit.

Bei der bloßen behäbigen Beleibtheit handelt es sich vor allem um starke Fettanhäufung in der Haut des Unterbauchs sowie in den Eingeweiden. Der Umfang der Bauchgegend über dem Nabel (Taillenweite) gemessen ist bei schlankem Wuchs und gut entwickelter Brust weit geringer als der Brustumfang in Brustwarzenhöhe (nach Pfeiffer ist das Verhältnis 100 : 85). Bei der Beleibtheit verschiebt sich dieses Verhältnis derart, daß der Taillenumfang den Brustumfang nicht nur erreicht, sondern schließlich auch sogar übertrifft. Die Bauchgegend erscheint stark gerundet und vorstehend, namentlich dann, wenn die Fettmassen sich nicht gleichmäßig rund um Bauch, Hüften und Gesäß verteilen, sondern ganz vorwiegend der Unterbauch die Fettmenge enthält (Spitzbauch). Die Gliedmaßen können dabei — bei kräftigen Männern von 35—50 Jahren ist dies häufig der Fall — von der Fettumhäufung ziemlich frei und gut gestaltet sein; namentlich sind es Hand und Fuß und deren Ansatz an Unterarm und Unterschenkel, welche am längsten der Fettentartung widerstehen. Bei derartiger Form von Beleibtheit kann die körper-

liche Leistungsfähigkeit so gut wie vollständig erhalten sein — abgesehen von den sogenannten Schnelligkeitsübungen.

Anders bei stärkeren Graden über den ganzen Körper ausgebreiteter Fettleibigkeit. Hier scheinen — das Knochengerüst bleibt unbeeinflußt — die Proportionen des Körpers außerordentlich verändert. Der Fettleibige erscheint zunächst kleiner als der gleich hohe Schlanke und Magere. Die Gliedmaßen werden an ihrem Ansatz an den Rumpf durch den dicken Fettüberzug förmlich in den Rumpf tiefer einbezogen und erscheinen daher erheblich kürzer. Der Hals verschwindet fast, so daß der Kopf gleichsam „zwischen den Schultern" steckt und zwar dadurch, daß einerseits der starke Fettwulst unter dem Kinn als zum Kopf gehörig sich darstellt, andererseits Brust und Schultern durch die Fettauflage höher hinaufgerückt scheinen. Die Taille ist verstrichen, so daß Brust und Bauch, nicht voneinander abgegrenzt, eins werden. Die Gliedmaßen werden wulstig gerundet, nur ihre Gelenkgegenden bleiben mehr fettfrei, erscheinen daher eingezogen und werden durch tiefe einschneidende Hautfaltungen angedeutet.

Zweifellos ist solch entstellende Fettleibigkeit ein krankhafter Zustand. Die umwuchernden Fettmassen beeinträchtigen namentlich die Tätigkeit des Herzens und der Lungen in hohem Maße, wie schon die starke Kurzatmigkeit bei selbst geringfügigen Bewegungen verrät. Ebenso ist die Muskulatur erheblich geschwächt.

Während bei Erwachsenen von mittlerer Körperhöhe 60 – 75 kg für den Mann und 50 – 60 kg für die Frau ein gutes Mittelgewicht darstellen, wächst das Körpergewicht bei stärker Beleibten bis auf 90 – 100 kg, bei Fettleibigen höheren Grades bis auf 150 kg. Einzelne Fälle von äußerster Fettleibigkeit sind beobachtet, bei welchen das Körpergewicht mehr als 500 Pfund betrug!

Im allgemeinen sind kleinere, gedrungen gebaute Gestalten zur Fettleibigkeit besonders geneigt, lange schlanke Figuren mehr zur Magerkeit.

Bezüglich der Magerkeit ist zu unterscheiden zwischen Fettlosigkeit (oder Hagerkeit) und Abmagerung. Der Körper kann hager und fettlos sein bei guter und fester Gesundheit. Ja, es ist dabei, falls die Muskulatur entsprechend entwickelt ist, oft für bestimmte Bewegungen, nämlich die Schnelligkeitsbewegungen, sogar eine besondere Leistungsfähigkeit vorhanden. Daher wird bei scharfem Trainieren des Körpers zu besonderen körperlichen Leistungen vielfach ein möglichstes Schwinden des Körperfettes angestrebt.

Anders bei starker Abmagerung, wie sie infolge von Krankheiten, Nahrungsmangel u. dergl. eintritt. Hier bedeutet der Fettschwund zugleich Entkräftung. Der Körper erscheint höher und schlanker, die Gliedmaßen länger. Der Gegensatz zwischen einer solchen dürren Gestalt und einer dicken und wohlgemästeten ist ein außerordentlich großer, ähnlich in die Augen springend und fast komisch wirkend, wie wenn man neben einen baumlangen Menschen, der beinahe Riesenwuchs erreicht, einen ganz kleinen stellt, der an der Grenze des Zwergwuchses steht. So hat Schadow in seinem Polyklet die Abbilder des 6 Fuß 8 Zoll (209 cm) hohen Grenadiers Licht, sowie der 6 Fuß 3 Zoll (196 cm) hohen und 330 Pfund schweren Schweizerin Katharina Böhner auf einer Tafel vereinigt mit dem 3 Fuß 8 Zoll (129 cm) hohen Handelsmann Feinholz aus Polangen.

§ 14. Der Geschlechtsunterschied im Körperbau.

Wiederholt haben wir bei der Beschreibung der äußeren Formen des menschlichen Körpers sowie der Verhältnisse des Gliederbaues auf einzelne Unterschiede

aufmerksam gemacht, welche hier zwischen den beiden Geschlechtern obwalten. Es erübrigt, die hauptsächlichsten und bezeichnenden Unterschiede im Bau des männlichen und des weiblichen Körpers nunmehr im Zusammenhang zu betrachten.

Wenn wir oben die vollkommene typische Ausgestaltung des menschlichen Körpers hinstellten als bedingt durch den Grad der Betätigung in mechanischer d. h. in Muskel-Arbeit, so ergibt sich aus der Bestimmung und Beschäftigung der beiden Geschlechter in der Gesellschaft wie in der Familie, daß alle Verhältnisse im Körperbau, welche zumeist Folge starker Muskeltätigkeit sind, beim Manne stärker ausgeprägt sein müssen. In der Tat sind die Geschlechtsunterschiede da am meisten ausgesprochen wo die Frau von jeder geschäftlichen und erwerblichen Tätigkeit ferngehalten, lediglich ihren Pflichten im engen häuslichen Umkreise sowie ihrem physiologischen Berufe als Mutter lebt. Umgekehrt nähert sich in solchen Lebensverhältnissen, welche dem Weibe von früher Jugend an eine ähnliche oder gar gleiche Menge und Art körperlicher Arbeit auferlegen, wie dem Manne, auch die Wuchsform des Weibes mehr der des Mannes. Dies ist z. B. bei der ländlichen Bevölkerung da der Fall, wo karger Boden harte Arbeit aller bedingt.

Im allgemeinen ist der Frauenkörper zarter und kleiner gebaut. Seine Umrisse sind schon infolge eines reichlicheren Maßes von Hautfett weicher und gerundeter, namentlich an den Brüsten, den Hüften und den Schenkeln. Während beim kräftig entwickelten Manne zahlreiche Muskeln, Sehnen und Adern sowohl wie auch eine Reihe von Knochenvorsprüngen kaum verhüllt unter der Hautdecke hervortreten, sind beim Weibe alle Vorsprünge am Körper bei einiger Körperfülle stets sanft verstrichen und jene Einzelheiten kaum angedeutet.

Skelett.

Die Knochen des Skeletts sind beim Manne dicker, in ihren Kanten und Vorsprüngen rauher und eckiger, beim Weibe glatter und zierlicher. Im einzelnen zeigt zunächst der Kopf bezeichnende Unterschiede. Wenngleich der Hirnschädel beim Weibe absolut etwas kleiner ist, so ist er doch im Verhältnis zum Gesichtsteil größer. Das heißt also: beim Manne ist der Gesichtsteil und sind insbesondere die Kauwerkzeuge, die Kiefer, wesentlich stärker entwickelt. Dem entspricht übrigens, daß das Weib in Speise und Trank viel genügsamer ist als der Mann. Die Stirn ist am Frauenkopf meist senkrechter aufsteigend und biegt in schärferem Winkel um zu dem flacheren Scheitel. Beim Mann steigt dagegen die Stirn mehr in gleichmäßiger Wölbung auf zur Scheitelhöhe.

Kopf.

Hals.

Der Frauenhals ist rundlich, der Kehlkopf springt an ihm kaum oder gar nicht vor, während der weite Kehlkopf des Mannes namentlich bei mehr hagerer Körperbeschaffenheit sich als starke Ausbiegung an der vorderen Halsgegend bemerkbar macht. Ein sehr langer Hals — Schwanenhals — ist auch beim Weibe ein Zeichen von übergroßer Muskelschwäche und Zartheit und gilt gesunder Geschmacksrichtung nicht als ein Merkmal weiblich schöner Entwicklung.

Brustkorb.

Der Brustkorb ist im ganzen beim Manne weiter und länger. Insbesondere ist das Brustbein des Weibes bei sonst gleicher Körperlänge um 5 cm etwa kürzer. Dementsprechend liegt also auch die Magengrube am weiblichen Rumpf höher als am männlichen. Dagegen verjüngt sich der weibliche Brustkorb weniger nach oben als der männliche, er ist mithin oben weiter und macht infolgedessen beim Atmen im oberen Brustabschnitt stärkere Atmungsbewegungen. — Im Gegensatz zum männlichen Rumpf ist der Rippenbogen am weiblichen Körper nur wenig unter der Haut vortretend und erkennbar.

Rumpf und Becken.

Ferner ist beim Weibe die Wirbelsäule in der Lendengegend stärker gekrümmt, und dadurch die Lendenaushöhlung meist stärker ausgesprochen als beim Manne.

Der rautenförmigen Gestaltung der Kreuzbeingegend mit den beiden Kreuzgrübchen am weiblichen Rücken ist bereits früher gedacht worden.

Die höhere Lage der Magengrube und ihr dadurch bedingter größerer Abstand von der Schamfuge läßt den weiblichen Unterleib länger erscheinen als beim Manne. — Der auffallendste Geschlechtsunterschied am Rumpfe besteht aber außer der Entwicklung der weiblichen Brustdrüsen in der Form des Beckens, welches beim Mann höher und schmäler, beim Weibe breiter und niedriger gebaut ist.

Arme.

Was die Gliedmaßen betrifft, so ist der Frauenarm weicher und rundlicher geformt als der Männerarm mit seinem ausgeprägten Muskelrelief. Dies gilt selbst für die Arme von Mädchen, welche durch gymnastische Übungen sich eine besonders kräftige Armmuskulatur erworben haben. Bei Künstlerinnen, die ganz außergewöhnliche Kraftstücke leisten, haben gleichwohl die vollen kräftigen Arme weiche gerundete Formen oft von vollendeter Schönheit. Die Meinung also, als würden unsere Mädchen durch regelmäßige turnerische Übungen an ihrer besonderen weiblichen Schönheit Schaden leiden und als dürfte deswegen das weibliche Turnen sich nur in spielerischen und kraftlosen (sogenannten „ästhetischen") Übungen gefallen, ist in den tatsächlichen Verhältnissen nicht begründet, im Gegenteil als eine grundfalsche zu bekämpfen. Ein jungfräulicher Körper ist vollkommen schön nur, wenn sich in ihm auch ein gewisser Grad gesunder Straffheit ausspricht. Weichliche, schwammige Fülle zu schätzen wollen wir — dem Großtürken überlassen.

Fig. 14. Skelett eines 20 jährigen Mädchens nach der berühmten Tafel von S. Th. von Sömmering.

Ansatz des Unterarms.

Ein eigenartiges Geschlechtszeichen im Bau der Arme ist, daß beim Frauenarm der Unterarm nicht geradlinig gegen den Oberarm angesetzt ist, sondern in einem

Fig. 13. Griechische Wettläuferin (sogen. Fanciulla corriera) im Vatikan. Museum zu Rom.

Römische Nachbildung eines Originals aus der Blütezeit der griechischen Kunst.

außen offenen Winkel von der geraden abweicht. Diese Abweichung, wie sie auf der weiblichen Skelettfigur am rechten Arm deutlich ersichtlich ist (s. Fig. 14), beträgt für gewöhnlich 15—25°, kann aber bis zu 30° ansteigen. Sie entwickelt sich übrigens erst mit Beginn der Geschlechtsreife, während bei jüngeren Mädchen der Arm noch gerade ist. In ganz geringem Grade kommt übrigens diese Abweichung in der Achse des Arms auch bei Männern vor. Die Folge dieses schiefen Ansatzes ist, daß bei einfacher Beugung des Unterarms gegen den Oberarm die Hand nicht etwa die Schulterhöhe trifft, sondern seitlich nach innen die obere Brustgegend.

Beine.

Was endlich die Beine betrifft, so bringt schon die Breite des Beckens beim Weibe es mit sich, daß die Achsen des Oberschenkels stärker nach innen zu gerichtet und die Knie nicht gar so selten nach innen gebogen sind (X-Beine). Der Unterschenkel ist für gewöhnlich beim Weib im Verhältnis kürzer (angeblich um etwa 5 cm) als beim Manne. Als Grund dafür gilt wohl mit Recht die stärkere Betätigung des männlichen Geschlechts in Bewegungen, wie Gehen, Laufen, Springen. Wenn die Erziehung des Weibes eine ausgesprochen gymnastische von früher Jugend an wäre, würde auch dieser Unterschied entfallen. Auch dies hatten die Alten wohl beobachtet. Drum sind die prächtige Statue der Wettläuferin, das Idealbild einer antiken Turnerin (Fanciulla corriera oder vergine vincitrice s. Fig. 13), ferner die sogenannte Amazone des Polyklet (beide im vatikanischen Museum) u. a. mit schlanken Schenkeln in männlichen Verhältnissen gebildet.

I.
Knochen- und Gelenklehre.

§ 15. Allgemeine Eigenschaften der Knochen.

Knochengerüst und sein Zweck.

Die Knochen sind die härtesten und festesten Bestandteile des Körpers. In Form von mehr oder weniger beweglichen Balken, Sparren, Würfeln und Platten miteinander verbunden, bauen sie sich zu dem festen Gerüst des Körpers, dem Knochengerüst oder Skelett auf.

Das Knochengerüst gibt den Weichteilen des Körpers Halt und Stütze; es bestimmt wesentlich Höhe und Umriß des Körpers; es bildet Höhlen zur Sicherung edler Eingeweide (Gehirn, Rückenmark, Brust- und Beckenorgane); es bietet namentlich den Muskeln feste Ansatzpunkte und leicht bewegliche Hebelarme.

Aussehen und Dauerhaftigkeit.

Das Aussehen der frischen Knochen ist gelblichweiß. Trotz ihrer Härte und Festigkeit besitzen sie einen gewissen Grad von Elastizität. Durch Trocknen verlieren sie zwar an Gewicht, aber nicht an Gestalt und Größe. Diese Eigenschaft läßt uns an den oft erstaunlich gut erhaltenen Knochenresten noch die Form von Tierarten, die seit Jahrtausenden schon ausgestorben sind, mit großer Genauigkeit erkennen. Die gesetzmäßige Art in Form und Aufbau des Skeletts bei den Wirbeltieren ermöglicht es dem Naturforscher, zuweilen schon aus einem einzigen Knochen Gattung und Art des Tieres, welchem dieser Knochen einst angehörte, sicher zu bestimmen.

Zusammensetzung.

Die Härte sowohl wie die teilweise Elastizität der Knochen sind bedingt durch die Zusammensetzung der Knochenmasse. Sie besteht aus organischen und anorganischen Bestandteilen: dem Knochenleim und den Knochenerden. Diese Bestandteile durchdringen sich in der ganzen Knochenmasse aufs innigste. Laugt man mittels Säuren die Knochenerden aus einem Knochen so aus, daß nur noch der Knochenleim übrig bleibt, so behält der Knochen gleichwohl die Form des ganzen unversehrten Knochens. Dasselbe ist da der Fall, wo der Knochenleim (z. B. durch Fäulnis) zerstört oder wo er ausgekocht ist, so daß nur die Knochenerden übrig geblieben sind. Nur mit folgendem Unterschied: Der von den erdigen Bestandteilen des Knochens befreite Knochenleim ist biegsam, elastisch, ziemlich fest, glasig durchscheinend (wie eben erkalteter Tischlerleim), und läßt sich in kochendem Wasser verflüssigen. Der nur noch aus Knochenerden bestehende Knochen ist dagegen kreidig weiß, hart, spröde und feuerbeständig.

Die Knochenerde besteht überwiegend aus Kalkverbindungen, und zwar zumeist aus phosphorsaurem Kalk (84 Prozent); dazu kommen in geringeren Mengen kohlensaurer Kalk und phosphorsaure Bittererde.

Die richtige Mischung der organischen und anorganischen Knochenbestandteile, des Knochenleims und der Knochenerden bedingt den Grad der Festigkeit des

Fig. 15. Das Knochengerüst des menschlichen (männlichen) Körpers. (Aus der „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge" der Brüder W. und E. Weber).

Verschiedene Festigkeit in den verschiedenen Lebensaltern.

Knochens. Sie ist am größten beim Erwachsenen nach vollzogener Reife bis zum Ende der kräftigen Mannesjahre (20. bis 50. Lebenjahr).

Im kindlichen Alter ist der Gehalt an Knochenerden ein verhältnismäßig geringer; daher sind in der Jugend bis zur Reifezeit die Knochen biegsamer und elastischer.

Im Greisenalter dagegen ist der Gehalt der Knochen an Knochenerden ein verhältnismäßig höherer: daher sind bei Greisen die Knochen spröde und außerordentlich brüchig.

Englische Krankheit.

Bei der sogenannten englischen Krankheit (Rachitis) wird durch eine Störung im Knochenwachstum die genügende Anlagerung der Knocherden oder des Knochenkalkes im wachsenden Knochen verhindert. Die Knochen bleiben daher bei dieser Krankheit außerordentlich biegsam, und erleiden leicht entstellende Verkrümmungen bis zu den höchsten Graden des Verwachsenseins.

§ 16. Äußere Form der Knochen.

Einteilung nach äußerer Form.

Nach ihrer äußeren Form lassen sich die Knochen kurz einteilen in: lange, breite und kurze Knochen.

Lange oder Röhrenknochen.

a) Die langen oder Röhrenknochen sind solche, bei welchen der Längendurchmesser über die Breite und Dicke überwiegt.

Sie bestehen aus einem Mittelstück (Diaphyse), welches im Innern mit einer Markhöhle versehen ist und zwei Enden (Epiphysen) (s. Fig. 16).

Die Enden sind dicker als das Mittelstück, abgerundet, und mit einer Schicht von glattem Knorpel überzogen. Mit diesem überknorpelten „Gelenkende" stoßen sie an die Enden benachbarter Knochen an, um mit diesen durch die „Bänder" zu einem „Gelenk" beweglich verbunden zu werden.

Die langen Knochen finden sich vorzugsweise in den Gliedmaßen des Körpers.

Breite Knochen.

b) Die platten oder breiten Knochen mit vorwiegender Flächenausdehnung, bestehen aus zwei dünnen Knochenplatten, die eine zellige Zwischensubstanz (Diploë) zwischen sich fassen.

Die breiten Knochen umschließen vorzugsweise Höhlen zur Aufnahme wichtiger Organe (Kopf, Brust, Becken). Werden auch lange Knochen zur Höhlenbildung verwendet, so ist ihr Mittelstück verflacht und gekrümmt: Rippen.

Die Ebenen der breiten Knochen sind entweder platt (so beim Brustbein), im Winkel geknickt (Gaumenbein), oder schalenförmig gebogen (Schädelknochen).

Fig. 16. Ein Röhrenknochen (Oberarm), in der Mitte zum Teil halb aufgesägt. Gk: Gelenkkopf; Est: Endstücke; Mst: Mittelstück; Mk: Markhöhle.

Kurze Knochen.

c) Die kurzen Knochen (rundlich oder vieleckig in ihrer Hauptmasse geformt) kommen besonders da im Körper vor, wo in Reihen verbundene Knochen neben bedeutender Festigkeit zugleich eine gewisse Beweglichkeit besitzen sollen (Wirbelsäule, Hand- und Fußwurzel).

Zwischen diesen drei Arten von Knochen gibt es noch Mischformen: gemischte oder unregelmäßige Knochen.

§ 17. Bezeichnung der einzelnen Knochenteile.

Um die äußere Gestalt der Knochen beschreiben zu können, unterscheidet man an den Knochen:

Bezeichnung der Knochenteile.

1. Flächen. Ist eine solche mit Knorpel überkrustet, so nennt man sie Gelenkfläche.
2. Winkel: die Durchschneidungslinie zweier Flächen.
3. Ränder: die Begrenzung breiter Knochen.
4. Fortsatz nennt man im allgemeinen jede Art von Hervorragung am Knochen. Unterarten sind:
   a) Der Höcker, ein rauher, niedriger Knochenhügel, z. B. der Sitzbeinhöcker. Höcker mit besonders rauher Oberfläche zum Ansatz von Muskeln, wie an Schienbein und Speiche heißen auch einfach Rauhigkeit.
   b) Der Stachel, eine einzelne spitze Hervorragung.
   c) Kamm oder Riff, gerade oder gekrümmt verlaufend.

   Handelt es sich im besonderen um einen Gelenkfortsatz, so nennt man
   d) Gelenkkopf oder Kopf schlechthin das überknorpelte kugelige Ende eines Röhrenknochens. Der Kopf ist vom Hals, einer schmaleren Stelle des Gelenkfortsatzes begrenzt (Beispiele: Kopf des Oberarmknochens und des Schenkelbeins). — Ein kleinerer Gelenkfortsatz heißt Köpfchen (Speiche, Wadenbein).
   e) Rolle ist ein längliches walzenförmiges Gelenkende (z. B. das untere Gelenkende des Oberarmbeins am Ellbogengelenk).
   f) Gelenkknorren nennt man entweder Gelenkköpfe, bei denen die Kugelform mehr in die Breite gezogen erscheint (z. B. die beiden Knorren am Kniegelenkende des Oberschenkels) oder rauhe Vorsprünge über dem Gelenk (Knorren am Ellbogenende des Oberarmbeins).
5. Vertiefungen des Knochens. Hier unterscheidet man:
   a) Gruben. Ist eine solche überknorpelt, so heißt sie
   b) Gelenkgrube, oder, wenn die Gelenkgrube einen halbkugelig gestalteten Gelenkkopf aufzunehmen hat: Gelenkpfanne.
   c) Rinne: eine länglich ausgezogene Grube.
   d) Furche: eine ganz seichte schmale Grube.
   e) Höhle: eine von mehreren Knochenwänden begrenzte Vertiefung.
6. Durchbohrungen des Knochens. Solche sind:
   a) Loch: eine rundliche Öffnung.
   b) Spalte: eine längliche schmale Öffnung.
   c) Kanal: längerer Gang, welcher entweder nur einen Knochen durchdringt (z. B. die zahlreichen Ernährungskanäle der Knochen für den Eintritt von Blutgefäßen) oder durch mehrere Knochen hindurchgeht.

§ 18. Dichtigkeit der Knochen.

Ein Knochen hat nicht durchweg dieselbe Dichtigkeit. Wir unterscheiden:

Dichtigkeit.

a) Die dichte (oder kompakte) Knochenmasse oder Knochenrinde. Sie bildet durchweg die harte Oberfläche oder Rinde der Knochen. Am Mittelstück der langen Knochen ist sie besonders massig.

b) Die schwammige oder zellige Masse (Fig. 17) besteht aus festen Knochenbälkchen und Knochenplättchen, die sich in allen möglichen Richtungen kreuzen und ein ganzes System von Zellen zwischen sich lassen. Letztere können zu kleineren oder größeren Höhlen (Markhöhlen) zusammenfließen. Die schwammige Substanz ist also ähnlich gebaut wie Badeschwamm.

Da große Festigkeit und Tragkraft mit Leichtigkeit des Knochens verbunden sein müssen, so kann die Anordnung der Knochenbälkchen auch derart sein, daß sie gleich einem System eiserner Gitterträger (Sparrenkonstruktion), wie solche zur Tragung von Brücken, Bögen u. dergl. angewendet werden, bestimmte statische Zwecke erfüllt. Das ist in hervorragendem Maße beim Kopf des Oberschenkels der Fall (s. u. Fig. 22); ebenso beim Fersenknochen.

Fig. 17. Durchschnitt eines Röhrenknochens (obere Hälfte der Speiche).

§ 19. Beinhaut und Knochenmark.

Beinhaut.

Die Beinhaut oder Knochenhaut (Periost) ist eine dünne feste Haut, welche den Knochen umhüllt (Fig. 18). Sie vermittelt das Wachstum und die Ernährung der Knochen, ist daher Trägerin von Nerven- und Blutgefäßen, welch letztere von der Beinhaut aus durch die Ernährungskanäle des Knochens in diesen eindringen. Von der Beinhaut aus bildet sich bei Knochenzerstörung infolge von Verletzung, bei Knochenbruch u. dergl. neue Knochensubstanz (Fig. 18a); umgekehrt stirbt ein Knochen ab, wenn er durch Entzündung (Knochenhautentzündung) oder durch Verletzung der ernährenden Beinhaut verlustig gegangen ist.

Fig. 18. Mittelstück eines Röhrenknochens. Bh: Beinhaut: ein Stück in der Mitte vom Knochen abgelöst und zurückgeschlagen. Ko: Knochenoberfläche. Km: Markhöhle.

Fig. 18a. Heilung eines Knochenbruchs. Km: Markhöhle. K: Knochenrinde. Bh: Beinhaut. C: neu gebildete Knochenmasse oder Callus.

Knochenmark.

Das Knochenmark erfüllt als gelbes Mark die größeren Markhöhlen der Knochen, als rötliches Mark die kleineren Höhlen und Zellen der schwammigen Substanz. Das Knochenmark ist namentlich in den größeren Markhöhlen sehr fettreich. Es steht in Beziehung zur Blutbildung: hier findet zum Teil die Erneuerung der roten Blutkörperchen des Blutes durch Umwandlung aus besonderen Bildungszellen im Markgewebe statt.

Bei den Vögeln sind die Markhöhlen statt mit Knochenmark mit Luft gefüllt.

§ 20. Feinerer Bau der Knochen.

Feinerer Bau der Knochen.

Die feste Knochensubstanz ist von zahlreichen feinen Kanälchen durchzogen, welche Blutgefäße enthalten. Diese werden Gefäßkanälchen, oder, nach ihrem Entdecker, Haversische Kanälchen genannt. Um diese Kanälchen, welche bei Röhrenknochen

parallel mit deren Längeachse verlaufen, ist die feste Knochenmasse in konzentrischen Scheiben oder Blättchen (Lamellen) gelagert.

Zwischen den einzelnen konzentrischen Schichten sieht man schon bei schwacher Vergrößerung kleine in zahlreiche Ästchen ausstrahlende Körperchen. Diese sind ebenso

Haversische Kanälchen
Knochen-körperchen
Knochen-körperchen
Haversische Kanälchen

Fig. 19. Knochenstückchen bei 150 facher Vergrößerung aus Quer- und Längsschnitt konstruiert.

wie ihre Ästchen hohl, und bilden ein unter sich wie mit den Gefäßkanälchen verbundenes, die ganze Knochenmasse durchziehendes System feinster Röhrchen und Hohlräume, durch welches der Ernährungssaft zu allen Teilen des Knochens gelangen kann. (Fig. 19.)

§ 21. Entwicklung der Knochen.

Entwicklung der Knochen.

Der Knochen entwickelt sich beim werdenden Menschen aus Knorpel oder Zellgewebe derart, daß in diesen Geweben an bestimmten Punkten Kalksalze (Knochenerden) abgelagert werden, und von hier aus die Knochenbildung beginnt und fortschreitet. Diese Punkte heißen Verknöcherungspunkte (Ossifikationspunkte) oder Knochenkerne. Bei den Röhrenknochen vollzieht sich die Knochenbildung an deren Gelenkenden.

§ 22. Verbindungen der Knochen untereinander.

Verbindungen der Knochen.

Die Verbindungen der Knochen untereinander weisen hinsichtlich ihrer Festigkeit alle möglichen Zwischengrade auf, von der völlig festen Haft bis zur freiesten Beweglichkeit. Man unterscheidet bewegliche und unbewegliche Knochenverbindungen. Für die beweglichen Knochenverbindungen sind die Bindemittel Bänder und Knorpel.

Bänder.

Die Bänder sind Streifen oder Platten sehnigen Gewebes von weißlicher Farbe und außerordentlicher Festigkeit. Sie verschmelzen da, wo sie an den Knochen sich anheften, aufs innigste mit der Beinhaut. Als Beispiele für die Festigkeit der

Bänder mögen dienen die Bänder des Hüftgelenks, welche im Mittel einen Zug von 380 kg, sowie die Bänder des Kniegelenks, welche im Mittel einen Zug von 315 kg aushalten können, bevor sie zerreißen (Feßler).

Knorpel.

Der **Knorpel** ist ein festes elastisches Gewebe, in dünnen Platten durchscheinend, ähnlich wie ein Opal, von Farbe gelblich bis bläulich-weiß. Getrocknet schrumpft der Knorpel sehr stark ein und wird bernsteinfarben. Blutgefäße befinden sich nicht im Knorpel. — Man unterscheidet echten oder bläulich-durchscheinenden (hyalinen) Knorpel und Faserknorpel.

Die Knorpel **überziehen die Gelenkflächen** der Knochen in allen Gelenken mit einem glatten festen Überzug; sie bilden bei einzelnen Gelenken zwischen den Gelenkenden im Gelenk selbst gelegene Polster, die **Zwischenknorpel**, welche Druck, Stoß und schwere Erschütterung in ihrer Wirkung abschwächen (z. B. Zwischenknorpel im Kniegelenk); sie verbinden in den **Knorpelfugen** Knochen unmittelbar miteinander ohne Gelenkbildung (z. B. an der Schädelbasis; Verbindung zwischen 1. Rippe und Brustbein), und als **Knorpelhaft** die Wirbelkörper der Wirbelsäule.

Knorpel kommen aber auch außer direkter Verbindung mit dem Knochengerüst vor, um bestimmten Körperteilen festen, aber elastischen Halt zu geben. Hierhin gehören die Knorpel des Kehlkopfgerüsts und der Luftröhren; die Ohrknorpel; die Knorpel der Nasenscheidewand, der Nasenspitze und der Nasenflügel; die Augenlidknorpel.

§ 23. Bewegliche Verbindungen der Knochen: Gelenke.

Gelenke.

Gelenk nennt man die Verbindung zweier oder mehrerer Knochen, welche mit überknorpelten Flächen aneinanderstoßen, und durch Bänder, außerdem auch durch Muskelzug und den äußeren Luftdruck so zusammengehalten sind, daß sie ohne Verlust des Zusammenhangs ihre Stellung zueinander ändern, d. h. sich bewegen können.

Die das Gelenk zusammenhaltenden Bänder sind:

1. Die **Gelenkkapsel** oder das **Kapselband**. Die Gelenkkapsel geht, ringsum geschlossen, vom Gelenkumfang des einen Knochens zu dem des anderen, ist also ein sehnig-häutiger Zylinder oder Sack.

Der von diesem häutigen Sack — in welchen die überknorpelten Gelenkenden hineinragen — umschlossene Hohlraum heißt die **Gelenkhöhle**.

Die Gelenkhöhle ist angefüllt mit einer durchsichtigen zähen Flüssigkeit, der **Gelenkschmiere** oder Synovia (entsprechend dem Öl in dem Gelenk einer Maschine). Die Gelenkschmiere wird abgesondert von der **Synovialhaut**, einer dünnen glatten Haut, welche die Innenfläche der Gelenkkapsel innerhalb der Gelenkhöhle überkleidet.

2. **Hilfsbänder**. Sie dienen zur Verstärkung der Gelenkkapsel, oder zur Mäßigung, ja selbst Hemmung der Gelenkbewegung nach bestimmten Richtungen (so verhindern die straffen seitlichen Hilfsbänder bei den zahlreichen Scharniergelenken des Körpers jede andere Bewegung außer Beugung und Streckung).

Die Hilfsbänder liegen außerhalb des Gelenks in Verbindung mit der Gelenkkapsel. Eine Ausnahme machen nur die Kreuzbänder des Kniegelenks und das runde Band des Hüftgelenks, die bei beiden Gelenken innerhalb der Gelenkhöhle liegen.

3. In verschiedenen Gelenken sind, wie oben schon erwähnt, auch **Zwischenknorpel** vorhanden. —

Zu einem Gelenk gehören also stets:

1. mindestens zwei überknorpelte Knochenenden;
2. das Kapselband oder Gelenkkapsel;
3. die Gelenkschmiere.

Außerdem können dazu gehören: 4. Hilfsbänder; 5. Zwischenknorpel.

Die Gelenkenden sowie Knochen werden zusammengehalten: 1. durch die Bänder; 2. durch Muskelzug; 3. durch den äußeren Luftdruck.

§ 24. Die einzelnen Gelenkarten.

Gelenkarten.

Ein Versuch, die zahlreichen Gelenke des Körpers einzuteilen und bestimmten Gelenkarten zuzuweisen, gelingt immer nur unvollkommen. Man muß sich damit begnügen, die hervorstechendsten Formen zu sondern; für eine große Zahl von Gelenken ist aber eine Zuteilung zu dieser oder jener Gelenkart nicht tunlich.

Die Hauptarten sind:

Freie Gelenke.

1. Freie Gelenke (Arthrodie). Sie erlauben die Bewegung nach jeder Richtung und sind die beweglichsten aller Gelenke. — Ein kugelig geformter Gelenkkopf bewegt sich in einer mehr oder weniger tiefen Gelenkgrube. Je flacher die letztere, und je kleiner ihre Fläche im Verhältnis zur Kugelfläche des Gelenkkopfs, um so freier nach allen Seiten die Bewegung (Schultergelenk), während die Beweglichkeit naturgemäß mehr eingeschränkt ist, wenn der kugelige Kopf — dem Nußgelenk der Mechanik entsprechend — in einer tieferen Gelenkgrube sitzt (Hüftgelenk Fig. 20). Die allseitige Beweglichkeit bedingt, daß das Kapselband der freien Gelenke weit und dehnbar sei.

Fig. 20. Ein Kugelgelenk (Hüftgelenk) im Durchschnitt.

Fig. 21. Ellbogengelenk im Durchschnitt. S = Streckung, B = Beugung.

Scharniergelenk.

2. Winkel- oder Scharniergelenke. Entsprechend dem Winkelgelenk der Technik, gestatten sie Bewegung nur nach einer sowie der entgegengesetzten Richtung: Beugen und Strecken. Bei den Scharniergelenken hat das eine Gelenkende die Form einer Rolle, der eine entsprechende Vertiefung am anderen Gelenkende, in welche die Rolle hineinpaßt, entspricht (Fig. 21).

Stets ist die Gelenkkapsel der Scharniergelenke verstärkt durch starke straffe Seitenbänder, welche andere Bewegungen als Beugung und Streckung verhindern. — Die Winkel- oder Scharniergelenke sind sehr zahlreich: die Gelenke der Finger und Zehenglieder, das Ellbogengelenk, das Kniegelenk usw.

Sattelgelenk.

3. Sattelgelenk. Eine in einer Richtung konvexe, in der darauf senkrechten Richtung konkave Flächenkrümmung bildet eine Sattelfläche. Ist das eine Gelenkende derart gestaltet, so besitzt das andere Gelenkende die entsprechende Gegenkrümmung. Beispiele: Gelenk zwischen dem Mittelhandknochen des Daumens und dem großen vielseitigen Bein der Handwurzel; Gelenk zwischen Brustbein und Schlüsselbein.

Das Sattelgelenk gestattet Beweglichkeit in zwei aufeinander senkrechten Richtungen. So vermag der Daumen in diesem Gelenk Beugung und Streckung, Anziehung und Abziehung auszuführen.

Drehgelenk.

4. Dreh- oder Rollgelenk. Ein solches kommt da zustande, wo ein Knochen sich um einen zweiten Knochen (Atlas um den Zahnfortsatz des 2. Halswirbels) oder um seine eigene Achse (Köpfchen der Speiche) dreht. (Fig. 22.)

Fig. 22. Drehung des Atlas um den Zahn des 2. Halswirbels. I. Kopf grade aus gehalten. II. Drehung des Kopfes nach links. III. Drehung nach rechts.

Gemischte Gelenke.

5. Gemischte Gelenke nennt man Vereinigungsformen mehrerer der vorgenannten Gelenkarten.

Straffe Gelenke.

6. Straffe Gelenke (Amphiarthrosen) sind solche, wo die zum Gelenk vereinten Knochen sich mit platten oder nur mäßig gekrümmten Gelenkflächen aneinander legen und durch starke straffe Bänder so fest zusammengehalten werden, daß nur eine ganz geringe Beweglichkeit vorhanden ist. Typisch sind hierfür die Gelenke der Hand- und Fußwurzel. Dadurch, daß hier eine Anzahl von straffen Gelenken nebeneinander angeordnet ist, deren sehr geringe Bewegungsmöglichkeiten sich addieren, ergibt sich doch ein gewisser Grad von Bewegungsfähigkeit und Elastizität verbunden mit außerordentlicher Festigkeit und Tragkraft.

Unbewegliche Verbindungen der Knochen.

§ 25. Unbewegliche Knochenverbindungen.

Nähte.

1. Nähte (suturae). Man unterscheidet:

a) wahre Nähte: Zwei breite Knochen werden durch wechselseitiges Ineinandergreifen ihrer stark ausgezackten Ränder aufs festeste zusammengehalten (Knochen des Schädeldachs). (Fig. 23.)

b) falsche Nähte: Aneinanderstoßen von Knochenrändern ohne Zacken. Solche kommen nur an den Kopfknochen vor, z. B. die Schuppennaht, welche das Schläfenbein mit dem Scheitelbein verbindet. (Fig. 25.)

Fugen.

2. Fugen: überknorpelte Knochenflächen, welche durch straffe Bandapparate (Bandhaft) oder eine eingeschobene Knorpelplatte (Knorpelhaft, auch Symphyse oder Synchondrose genannt) fest zusammengehalten werden, so daß nur eine kaum merkliche Beweglichkeit bleibt.

Einkeilungen.

3. Einkeilungen: bei welchen Knochen fest in einem anderen stecken, so die Zähne im Ober- und im Unterkiefer. —

Fig. 23. Ein Stück Naht zwischen zwei Schädelknochen.

Die Gelenke sind sämtlich paarig — mit Ausnahme des Gelenks zwischen erstem (Atlas) und zweitem Halswirbel; die Fugen sind unpaar.

Die Gelenke kommen vorzugsweise vor an den paarigen Knochen der Gliedmaßen und des Brustkorbes.

Die Fugen finden sich ausnahmslos an der Wirbelsäule, den Brustbeinstücken und dem Becken — sie sind unpaarig.

§ 26. Der Kopf.

Knochen des Kopfes.

Der knöcherne Schädel — das feste Gerüst des menschlichen Kopfes — besteht aus einer eiförmigen Kapsel, dem Hirnschädel, welcher das Gehirn einschließt, und dem Gesichtsschädel (Fig. 24). Letzterer gibt das feste knöcherne Gerüst ab zu mehreren Höhlen für die Sinnesorgane (Nasenhöhlen, Augenhöhlen und Gehörgänge; letztere liegen am entferntesten voneinander; näher die Augenhöhlen; die Nasenhöhlen stoßen zusammen), sowie zu den Vorhallen für die Atmungs- und Verdauungsorgane (Nasen-, Mund- und Rachenhöhle).

Die Grenze von Gesichts- und Hirnschädel bildet im Antlitz eine durch die oberen Ränder der beiden Augenhöhlen gelegte horizontale Linie, so daß die Nasenwurzel den Gesichts- und Hirnschädelanteil des Antlitzes scheidet.

Fig. 24. Lage des Gehirns im Schädel.

Die Zahl der Knochen des Kopfes beträgt 22; davon sind 8 Schädel- und 14 Gesichtsknochen. Nur ein einziger von diesen ist beweglich: der Unterkiefer (Fig. 25).

§ 27. Die Schädelknochen.

Die Schädelknochen.

Die knöcherne Kapsel, welche das Gehirn umschließt und in ihrer Form und Ausdehnung sich nach der Gestalt des Hirnes entwickelt, heißt die Hirnschale oder der Hirnschädel. Sie zerfällt in den Schädelgrund und das Schädeldach oder Schädelgewölbe. Der umschlossene Raum heißt die Schädelhöhle.

Die Hirnschale wird gebildet von acht Knochen, und zwar:

4 paarigen: { 2 Scheitelbeine, 2 Schläfenbeine }

und 4 unpaarigen: { Hinterhaupt-, Keil-, Stirn-, Sieb- } bein.

Vorderer Nasenstachel

Warzenförmiger Fortsatz

Fig. 25. Ansicht des Schädels eines Erwachsenen.

Stirnbein. Das **Stirnbein** zerfällt in den muschelförmigen **Stirnteil** und den **Augenhöhlenteil**.

Am Stirnteil und für die Form des Gesichts besonders bestimmend sind zu bemerken die mehr oder weniger entwickelten Augenbrauenbogen, die Stirnhöcker und der den Übergang zur Nase bildende Stirn-Nasenwulst. Hinter letzterem, mit der Nasenhöhle in Verbindung stehend und nach den Augenbrauen hin verlaufend, liegen im Stirnbein die beiden Stirnhöhlen.

Der Augenhöhlenteil des Stirnbeins bildet die obere Wand der Augenhöhlen.

Scheitelbeine. Die **Scheitelbeine** sind zwei schalenförmige viereckige Knochen.

Hinterhauptbein. Das **Hinterhauptbein** zeigt einen muschelförmigen Hauptteil, die **Hinterhauptschuppe**, einen **Grundteil** und die beiden **Seiten- oder Gelenkteile**. Diese sind um das große Hinterhauptloch so gruppiert, daß der Grundteil vor demselben sich befindet, die Hinterhauptschuppe nach hinten, die Gelenkteile seitlich.

Die Gelenkteile tragen zwei Gelenkflächen, welche mit den entsprechenden Gelenkflächen des ersten Halswirbels, des Atlas, ein Scharniergelenk bilden; mittels dieser Gelenkflächen ruht also der Kopf auf der Wirbelsäule.

Zwischen den Gelenkteilen befindet sich das ovale große Hinterhauptsloch, durch welches das Rückenmark, aus dem Wirbelkanal kommend, in die Schädelhöhle tritt, um sich mit dem Gehirn zu verbinden.

Der Hinterhaupt- oder Schuppenteil zeigt an der inneren, der Schädelhöhle zugekehrten Fläche die kreuzförmige Erhabenheit, wodurch vier flache Gruben entstehen zur Aufnahme der beiden Hinterlappen des Großhirns sowie der beiden Halbkugeln des Kleinhirns.

An der äußeren (hinteren) Fläche der Hinterhauptsschuppe befinden sich verschiedene bogenförmige Linien, den Ansatz der den Kopf haltenden Nackenmuskeln bezeichnend. Je muskelkäftiger der betreffende Mensch war, um so kräftiger sind die Kämme dieser Linien entwickelt. Da wo sie in der Mittellinie zusammenstoßen, befindet sich der Hinterhauptstachel — beim Lebenden unter der Kopfhaut meist gut zu fühlen — für den Ansatz des starken Nackenbandes.

Keilbein.

Das Keilbein ist der feste Schlußstein des Schädelgrundes. Nach hinten stößt es an den Grundteil des Hinterhauptbeins. Man unterscheidet an diesem sehr mannigfach gestalteten Knochen den Körper und die Flügel, letztere tragen zum Abschluß der Schädelhöhle, Augenhöhle und Schläfengrube bei.

Siebbein.

Das Siebbein ist die knöcherne Unterlage für das Riechorgan. Durch die siebartigen zahlreichen Löcher seiner vorn am Schädelgrund liegenden horizontalen Platte treten die Riechnerven hindurch, um abwärts in der Nasenschleimhaut zu enden.

Schläfenbein.

Die Schläfenbeine zerfallen: 1. in einen flachen Schuppenteil (der an das Seitenwandbein anstoßend, die Wand der Schläfengrube bildet) mit der Gelenkgrube für das Unterkiefer- oder Kaugelenk. Davor liegt der Jochfortsatz, welcher, mit den Jochbein zum Jochbogen sich vereinend, für Form und Charakter des Antlitzes mitbestimmend wird. 2. den Warzenteil. Er trägt als Anheftungsstelle für wichtige Muskeln des Halses den Warzenfortsatz. 3. den Felsenteil innerhalb der Schädelhöhle (s. Fig. 29). Dieser birgt in seiner dreieckigen Pyramide das Hörorgan, welches in der äußeren Höröffnung kurz unter dem Jochfortsatz und dicht vor dem Warzenfortsatz nach außen mündet.

§ 28. Nähte zwischen den Schädelknochen.

Nähte der Schädelknochen.

Die das Schädeldach bildenden Knochen sind durch folgende Nähte miteinander verbunden (Fig. 26):

1. Die Kranznaht: zwischen Stirnbein und Seitenwandbeinen.
2. Die Pfeilnaht: in der Mittellinie des Kopfes die beiden Seitenwandbeine verbindend.
3. Die Lambdanaht (so genannt wegen der Ähnlichkeit ihrer Form mit dem griechischen Buchstaben Λ = Lambda = L): verbindet das Hinterhauptbein mit den Seitenwandbeinen.
4. Die Schuppennaht: verbindet das Schläfenbein mit den Seitenwandbeinen und dem großen Keilbeinflügel.

Stirnbein
Kranznaht
Pfeilnaht
Seitenwandbeine
Lambdanaht
Hinterhauptbein

Fig. 26. Schädel von oben.

Fontanellen.

An dem Schädel des neugeborenen Kindes sind noch keine Nähte zwischen den Knochen des Schädeldaches vorhanden. Der feste knöcherne Verschluß tritt erst nach vollzogener Entwicklung des Gehirns ein. An denjenigen Stellen, wo mehr als zwei Knochen zusammenstoßen, wie dies am Anfang und Ende der Pfeilnaht der Fall ist, befinden sich beim Neugeborenen Lücken im knöchernen Schädeldach, die nur durch Hautbrücken überdeckt sind. Diese Lücken, in welchen also das Gehirn des kleinen Kindes nur von weicher Haut bedeckt ist, heißen **Fontanellen**. Von diesen sind namentlich wichtig 1. die **große oder Stirn-Fontanelle**, viereckig geformt, zwischen den Stirnbeinen (beim Neugeborenen ist das Stirnbein in zwei Knochen getrennt) und den Seitenwandbeinen, auf dem Scheitel, kurz oberhalb der Grenze des Haarwuchses gelegen, und 2. die **kleine oder Hinterhauptsfontanelle**, zwischen Seitenwandbeinen und Hinterhauptsbein, am Hinterkopf gelegen, und **dreieckig** geformt. Die verschiedene Form der beiden Fontanellen erklärt sich aus der verschiedenen Art der Entwicklung der Schädelknochen: während Seitenwandbein und Hinterhauptsbein von je einem Verknöcherungspunkt aus sich bilden, hat das Stirnbein deren zwei — als Stirnhöcker bleibend ausgeprägt, an mancher Stirn außerordentlich deutlich (Fig. 27).

Stirnbeine

Stirn oder Grosse Fontanelle

Seitenwand- beine

Kleine oder Hinterhaupts-Fontanelle

Hinterhaupts-bein

Fig. 27. Schädel des Neugeborenen von oben gesehen.

Die Fontanellen bleiben noch eine geraume Zeit während des ersten Lebensjahres offen. Ihre verschiedene Form gestattet durch Abtasten des Kindskopfes in den mütterlichen Geburtswegen die Lage des Kopfes zu bestimmen, was für die Hilfe bei schwererer Geburt unter Umständen von entscheidender Wichtigkeit ist.

Vorzeitige knöcherne Verwachsung der Schädelnähte hemmt die Entwicklung des Gehirns und kann so dauernde geistige Beschränkung (Kretinismus, Idiotie) verursachen. — Bei der oben erwähnten englischen Krankheit bedingt die Störung des

Fig. 28. Entwicklung des Schädels: I. Schädel des einjährigen Kindes; II. Schädel des 10 jährigen; III. Schädel des Erwachsenen.

natürlichen Knochenwachstums auch einen verspäteten Schluß der Fontanellen. Diese stehen dann oft noch im zweiten Lebensjahr weit offen, und lassen das Pulsieren der Gefäße des unter dem dünnen häutigen Verschluß liegenden Gehirns deutlich durchfühlen.

§ 29. Schädelgrund.

Schädelgrund.

Am **Schädelgrund** finden sich drei Gruben durch Knochenerhabenheiten abgetrennt:

1. Die **vordere** Schädelgrube, zur Aufnahme der Stirnlappen des Großhirns;

2. Die **mittlere** Schädelgrube, in Gestalt einer liegenden Acht ∞, zur Aufnahme der Schläfenlappen des Großgehirns;

3. Die **hintere** Schädelgrube zur Aufnahme der Hinterlappen des Großhirns, sowie des Kleinhirns (Fig. 29).

Zahlreiche Durchbohrungen, Spalten und Kanäle in und zwischen den Knochen des Schädelgrundes gestatten den Austritt der 12 Hirnnervenpaare, sowie den Ein- und Austritt der Blutgefäße des Gehirns.

Das in der hinteren Schädelgrube gelegene große Hinterhauptloch für die Verbindung des Hirns mit dem Rückenmark ist bereits oben erwähnt.

Siebbeinplatte
Vordere Schädelgrube
Loch für den Sehnerven
Türkensattel
Mittlere Schädelgrube
Pyramide des Felsenbeins
Hinterhauptloch
Hintere Schädelgrube

Fig. 29. Schädelgrund.

§ 30. Die Gesichtsknochen.

Gesichtsknochen.

Von den 14 Gesichtsknochen sind 13 zu einem unbeweglichen festen Ganzen verbunden; nur einer, der Unterkiefer, ist beweglich.

12 Gesichtsknochen sind paarig, und zwar zählen wir:

2 Oberkieferbeine,
2 Jochbeine,
2 Gaumenbeine,
2 Nasenbeine,
2 Tränenbeine,
2 Muschelbeine,

unpaarig sind das Pflugscharbein und der Unterkiefer.

Oberkiefer.

Der **Oberkiefer** besteht:

1. aus dem **Körper**. Seine obere Fläche bildet den Boden der Augenhöhle. Der Körper ist hohl, und birgt die mit der Nasenhöhle in Verbindung stehende **Highmorshöhle**;

2. aus dem **Zahnfortsatz**, welcher die obere Zahnreihe trägt;

3. aus dem **Gaumenfortsatz**, welcher mit dem Gaumenfortsatz der anderen Seite den Hauptteil des knöchernen Gaumendaches bildet;

4. aus dem **Nasenfortsatz** und

5. aus dem **Jochfortsatz**, der mit dem Jochbein verbunden ist.

Das die Schneidezähne tragende Stück des Oberkiefers ist bei den Säugetieren ein besonderer Knochen: der Zwischenkiefer. Kein Geringerer als Wolfgang Goethe wies nach, daß der Zwischenkiefer auch beim Menschen als besonderer Knochen, der nur schließlich mit dem Oberkiefer verschmilzt, angelegt ist.

Jochbein.

Das **Jochbein** bildet mit den Jochfortsätzen des Schläfenbeins (nach hinten) und des Oberkiefers (nach vorn) verbunden den **Jochbogen**, welcher die Schläfengrube unten überbrückt. Besonders starke Entwicklung der Jochbogen ist eine Rasseneigentümlichkeit z. B. bei den Mongolen (Breitgesicht).

Unterkiefer.

Am **Unterkiefer** sind zu unterscheiden: Der Körper, Träger der unteren Zahnreihe, Unterlage des Kinns, je nach seiner Entwicklung und Gestaltung zum Gesamtausdruck des Antlitzes erheblich beitragend, und die senkrecht aufsteigenden **Äste**. Am

Ende eines jeden der Äste befindet sich nach vorn der Kronenfortsatz — Ansatzpunkt eines der kräftigsten Kaumuskeln, nämlich des Schläfenmuskels, — nach hinten der Gelenkfortsatz, welcher mit der entsprechenden Gelenkgrube des Schläfenbeins das Kiefergelenk bildet.

Kiefergelenk. Das Kiefergelenk ist zwar seinem Bau nach ein Scharnier-Gelenk, wird aber durch das Vorhandensein eines Zwischenknorpels nach mehreren Richtungen hin beweglich. Daher kann der Unterkiefer nicht nur in umfänglichem Maße auf und ab — Öffnen und Schließen des Mundes — bewegt werden, sondern auch nach beiden Seiten — mahlende Bewegung beim Kauen —, ja ein wenig nach vor- und rückwärts.

§ 31. Höhlen und Gruben des Gesichts.

Gesichtsschädel als Ganzes. Der Gesichtsschädel ist an den Hirnschädel derart angesetzt, daß der Schädelgrund die obere Wand der hier liegenden Gesichtshöhlen bildet: Die Nasenhöhle wird nach oben abgeschlossen durch das Siebbein; die fast viereckig gestalteten Augenhöhlen durch das Stirnbein.

Nasenhöhle. Die Nasenhöhle ist durch eine in der Mittelebene des Körpers stehende dünne Platte, die Nasenscheidewand, in zwei symmetrische Hälften geteilt. Die Nasenscheidewand ist hinten und oben knöchern (Pflugscharbein und senkrechte Platte des Siebbeins), vorn dagegen knorpelig. Eine jede Nasenhöhle wird noch besonders verwickelt gestaltet durch drei Nasenmuscheln, welche zwischen sich und dem Boden der Nasenhöhle die drei Nasengänge lassen, die nach hinten zum Schlunde führen. Dadurch, daß die Nasenmuscheln ebenso wie Seitenwände und Scheidewand der Nase von der Nasenschleimhaut überzogen werden, erlangt die letztere eine erheblich größere Oberfläche.

Die Nasenhöhlen bilden beim gewöhnlichen Ein- und Ausatmen mit geschlossenem Munde den Weg für die Atemluft. Diese muß also durch die rings mit feuchter Schleimhaut bekleideten Nasengänge streichen. Dadurch wird bewirkt, daß die eingeatmete Luft, bevor sie zu den tieferen Luftwegen, durch den Kehlkopf zu den Lungen gelangt, in der Nase vorgewärmt (bis zu 30° C.) und angefeuchtet wird; daß ferner gröbere mit eingeatmete Staubteilchen an der feuchten klebrigen Nasenschleimhaut der engen zu passierenden Nasengänge haften bleiben und nicht in Kehlkopf und Luftröhren eindringen. Mit dem Nasenschleim — der bei Aufenthalt in stark staubiger oder rußhaltiger Luft deshalb schmutzig, ja schwärzlich gefärbt erscheint — wird dieser so unschädlich gemachte Staub aus dem Körper wieder entfernt.

Die knöchernen Öffnungen der Nasenhöhlen im Gesichtsschädel sind von breiter birnförmiger Gestalt. Sie werden wesentlich verengert und erhalten die Form der Nasenlöcher durch das Knorpelgerüst der Nase.

Die Nasenhöhlen stehen jederseits in Verbindung mit der Highmorshöhle des Oberkieferbeins, der Stirnhöhle des Stirnbeins, sowie mit der Augenhöhle durch den Tränennasengang des Tränenbeins, in welchen Gang von den inneren Enden der Augenlider her die Tränen-Kanälchen münden, und die flüssige Absonderung der Tränendrüsen der Nase zuführen.

Augenhöhle. Die tiefe Augenhöhle hat die Gestalt einer vierseitigen Pyramide mit abgestumpften Kanten, deren Spitze nach hinten, d. h. in den Kopf hinein gerichtet ist. An der Spitze der Pyramide liegt ein rundes Loch, das Sehloch. Durch dieses tritt der Sehnerv vom Gehirn her zum Augapfel. Die Augenhöhle ist ausgefüllt mit Fettgewebe. In diesem liegen eingebettet nach vorn der runde Augapfel, am Sehnerven wie eine Kirsche auf ihrem Stil sitzend, weiterhin die 7 Augenmuskeln, welche

den Augapfel nach jeder Richtung hin drehen können, während einer das obere Augenlid hebt. Endlich liegt in der Augenhöhle, nach außen und oben vom Augapfel, die Tränendrüse.

Unten und außen vor der Augenhöhle liegt der *Backenknochenvorsprung* oder der Jochbogen.

Mundhöhle.

Die *Mundhöhle* ist infolge der Beweglichkeit des Unterkiefers von wechselnder Gestalt und Größe. Ihre *obere* Wand wird vorzugsweise gebildet durch die knöcherne *Gaumenplatte* des Oberkiefers, vom Zahnfortsatz desselben Knochens und der oberen Zahnreihe hufeisenfömig umschlossen. Wenn die Gaumenplatten der beiden Oberkieferbeine nicht miteinander verwachsen, sondern spaltförmig offenbleiben, so daß Mund und Nasenhöhle offen miteinander in Verbindung stehen, so entsteht die als „*Wolfsrachen*" bezeichnete Mißbildung. Ein Spalt zwischen Zwischenkiefer und Gaumenplatte kann als „*Hasenscharte*" sich auch in die Haut der Oberlippe, bis zur Nasenöffnung hinaufreichend, fortsetzen. Die Hasenscharte liegt also nicht in der Mittellinie, sondern etwas seitlich, der Grenze zwischen einem äußeren Schneidezahn und dem Eckzahn entsprechend.

Die *untere* Wand der Mundhöhle wird durch Muskeln gebildet.

Nach hinten setzt sich die Mundhöhle fort in den Schlundkopf oder Rachen.

Schläfengrube.

Seitlich hinter den Augenhöhlen liegt beiderseits am Schädel eine große flache Grube, die *Schläfengrube*, welche unten durch den Jochbogen überbrückt wird. Sie setzt sich weiter nach unten fort in die tiefe *Flügelgaumengrube*.

§ 32. Die Zähne.

Zähne.

Im Ober- und Unterkiefer stecken zusammen 32 Zähne, so daß jede Zahnreihe von 16 Zähnen gebildet wird.

In jeder Reihe befinden sich: vier *Schneidezähne*, in der Mitte unter der Nasenöffnung befindlich und meißelförmig zugeschärft; zwei *Eckzähne* oder *Augenzähne*, weil senkrecht unter dem inneren Augenwinkel stehend, mit zugespitzter Krone; vier *Backzähne*, die eine breitere, mit je zwei stumpfen Höckern besetzte Kaufläche besitzen, und sechs *Mahlzähne* (oder *große Backzähne*) mit je 4—5 Höckern auf der Mahlfläche.

Zahnwechsel.

Diese bleibenden 32 Zähne brechen in bestimmter Reihenfolge hervor nach dem 7. Lebensjahr, der Zeit des Zahnwechsels, die meist mit dem 12. Lebensjahr beendet ist, mit Ausnahme des hintersten (3. Mahl- oder 5. Backzahn), der erst zwischen dem 18. und 24. Lebensjahr, zuweilen noch später, durchbricht und darum auch *Weisheitszahn* genannt wird.

Vor dem 7. Lebensjahr tragen die Kiefer die *Milchzähne*, 20 im ganzen; in jeder Zahnreihe 4 Schneide-, 2 Eck- und 4 Backzähne. Sie brechen hervor zwischen dem 6. und 24. Lebenmonat, werden zur Zeit des Zahnwechsels verloren und durch die bleibenden Zähne ersetzt.

An jedem Zahn unterscheidet man die *Krone*, den frei in die Mundhöhle ragenden Teil, und die in das Zahnloch eingekeilte *Wurzel*. Die Mahlzähne haben im Unterkiefer zwei, im Oberkiefer drei Wurzeln. Zwischen Krone und Wurzel befindet sich der vom Zahnfleisch umwachsene *Hals*.

Fig. 30 u. 31. Durchschnitt eines Schneide- und eines Mahlzahnes.

Der Zahn besteht aus dem Zahnbein, als Hauptmasse des Zahns, dem harten emailleartigen Schmelz, welcher die Krone des Zahns bedeckt, und der Knochen- oder Zementsubstanz, welche den Zahn im Zahnfach festkittet. Im Innern des Zahns ist die Zahnhöhle, worin der Zahnkeim (Pulpa) mit Zahnnerv und Blutgefäßen liegt (Fig. 30 u. 31).

§ 33. Gesichtsbildung und Schädelform.

Gesichtsbildung.

Für die Breite des Gesichts ist vor allem bestimmend eine Linie, welche die beiden hervorragendsten Punkte der Jochbogen, die Wangenhöcker oder Backenknochen, miteinander verbindet. Je nach dem Verhältnis dieser Linie 1. zur Stirnbreite und 2. zur Gesichtshöhe, d. h. der senkrechten Entfernung der Nasen-Stirngrenze vom untersten Rande des Unterkiefers unterscheidet man Breitgesichter und Schmalgesichter und ihre Zwischenformen als Haupttypen der Gesichtsbildung (Fig. 32 u. 33).

I. II.

Fig. 32 u. 33. I. Schmalgesichtiger, II. Breitgesichtiger Schädel.

Wichtiger ist das Verhältnis von Gesichts- und Gehirnschädel. Im allgemeinen steht eine Menschenrasse geistig um so höher, je größer das Hirn im Verhältnis zum Gesichtsschädel ist. Je niedriger eine Menschenrasse steht, um so mehr überwiegt das Gesicht, namentlich die Entwicklung der Kiefer, um so mehr springt die Mundpartie schnauzenartig vor; nie jedoch in dem Maße, wie das bei den Tieren, selbst den höchstentwickelten Affen der Fall ist. Hier besteht eine ganz bestimmte Scheidung.

Je nachdem die Zähne des Ober- und Unterkiefers senkrecht übereinander stehen oder, schräg nach vorn geneigt, einen Winkel miteinander bilden und sich schnauzenartig vorschieben, unterscheidet man Gradzähner (orthognathe Schädel) und Schiefzähner (prognathe Schädel). Gradzähner sind z. B. die meisten Völker des indogermanischen Sprachstammes; Schiefzähner die afrikanischen Stämme, die Australneger, Mongolen usw.

Gesichtswinkel.

Mathematisch suchte schon der holländische Anatom Petrus Camper († 1789) diese Verhältnisse in dem berühmten Camperschen Gesichtswinkel (Fig. 34 bis 38) darzustellen. Verbindet man den Punkt, wo die Oberlippe mit dem unteren Rand der Nasenscheidewand (am knöchernen Schädel ein hier befindlicher Knochenvorsprung, der Nasenstachel) zusammentrifft, durch eine Linie mit der Gehörsöffnung, und legt eine zweite Linie von dem im Profil vorspringendsten Punkte der Stirn zum Rand der Schneidezähne des Oberkiefers, so schließen diese beiden Linien einen Winkel, den Gesichtswinkel, ein, dessen bedeutendere oder geringere Größe für den mehr edlen oder mehr tierischen Gesichtsausdruck einen Maßstab bildet. Je größer dieser Winkel ist, desto mehr Raum hatte das Gehirn durch seine Entwicklung in Anspruch genommen, desto mehr tritt der Stirnteil des Hirnschädels über den Gesichtsschädel nach vorn und überdacht diesen. Je kleiner umgekehrt der Gesichtswinkel, desto mehr blieb das Gehirn in seiner Entwicklung zurück, und um so mehr treten die Kiefer, die Freßwerkzeuge, schnauzenförmig vor.

Dieser „Gesichtswinkel" beträgt bei den sogenannten menschenähnlichen Affen bis über 50°; beim erwachsenen Menschen 60 – 80°, und zwar beim Neger und Kalmücken 60 – 70°, beim Kaukasier oder Mittelländer 75 – 80°. Schädel mit einem

Fig. 34—37. Der Campersche Gesichtswinkel: I. beim Europäer; II. beim Neger.

Gesichtswinkel von nur 70° und darunter sind schiefzähnig, solche mit größerem Gesichtswinkel geradzähnig. Den Marmorbildern griechischer Götter und Heroen gaben

Fig. 38. Schädel des Gorilla mit dem Camperschen Gesichtswinkel.

Fig. 39.

die Künstler, um den Charakter des Göttlichen und Übermenschlichen auszudrücken, einen – in der Wirklichkeit beim Menschen nicht vorkommenden Gesichtswinkel von

90—95°. Dies tritt namentlich in dem berühmten Kopfe des Zeus von Otricoli, wohl einem Abglanz des olympischen Zeus von Phidias, hervor.

Profilwinkel. Aus wissenschaftlichen Gründen, die hier nicht erörtert werden können, mißt man heute statt des Gesichts- den sog. Profilwinkel, bezogen auf die „Deutsche Horizontale". (Fig. 39.)

Die „Deutsche Horizontale" ist eine Linie, welche den tiefsten Punkt des unteren Augenhöhlenrandes mit dem senkrecht über dem Zentrum der Ohröffnung liegenden Punkt des oberen Randes des knöchernen Gehörganges verbindet. Diese Linie wird geschnitten von einer anderen, die vom Mittelpunkt der Naht zwischen Stirn- und Nasenbein zum Mittelpunkt des unteren Randes vom Zahnfortsatz des Oberkiefers gezogen wird.

Die mit diesem „Profilwinkel" erhaltenen Werte sind höher als die Ziffern, welche der Campersche Gesichtswinkel ergibt. Man rechnet hier

bis zu 82°	Schiefzähner,
83—90°	Gradzähner,
91° und darüber	Übergradzähner.

Breit- und Langschädel. Weitere wichtige Maße für die Vergleichung der Schädel bietet die Betrachtung des Schädels von oben (Fig. 40 u. 41). Je nachdem die Eiform des Schädels mehr breit oder schmal ist, unterscheidet man leicht breite und lange Schädel, sowie Zwischenstufen zwischen diesen. Um das Verhältnis von Länge und Breite des Schädels in genaue Zahlen zu bringen, mißt man die lange Achse des Schädels von vorn nach hinten und die größte Breite. Setzt man das für die Länge genommene Maß = 100, und rechnet dementsprechend das Breitenmaß um, so erhält man eine Ziffer, die als Längen-Breiten-Index oder kurz als Schädel-Index bezeichnet wird.

I. II.
Fig. 40 u. 41. I. Langschädel. II. Kurzschädel.

Schädel-Index. Ist zum Beispiel die größte Länge des Schädels = 192 mm, die größte Breite = 142 mm, so wird der Schädelindex x gefunden durch die Gleichung:

$$192 : 142 = 100 : x.$$

Es ist also der Schädelindex $= \frac{142 \cdot 100}{192} = 73{,}9.$

Es handelt sich bei diesem Beispiel um einen ausgesprochenen Langkopf oder Langschädel.

Ist in einem anderen Falle die größte Schädellänge = 178, die größte Schädelbreite = 152, so ist der Schädelindex $= \frac{152 \cdot 100}{178} = 85{,}39.$

Hier handelt es sich schon um einen ausgesprochenen Rundkopf. Man teilt demgemäß die Schädel in folgende Stufen ein:

	Schädelindex
1. Langschädel (Dolichocephalen)	75.0 und darunter
2. Mittel-Langschädel (Mesocephalen)	75.1—79.9
3. Kurzschädel (Brachycephalen)	80.0—85.0
4. Rundschädel (Hyperbrachycephalen)	über 85.1

Einfacher ist die Einteilung in Lang-, Mittel- und Rundköpfe, wobei 3 und 4 in eine Klasse zusammenfallen.

Für Deutschland sind folgende Ziffern angegeben:

	nach Prozenten:		
	Langköpfe (bis 74.9)	Mittelköpfe (75—79.9)	Kurzköpfe (80 und darüber)
Deutsche insgesamt:	16	41	43
Norddeutsche (Friesen)	18	51	31
Mitteldeutsche	25	29	46
Süddeutsche (Altbayern)	1	16	83
Tiroler (vom Unterinn bis Bozen)	0	10	90

§ 34. Die Wirbelsäule (Fig. 42).

Wirbelsäule.

Die Wirbelsäule, die feste Grundsäule des Knochengerüstes, setzt sich zusammen aus 33 Wirbeln, von denen 24 freie Wirbel sind, während 5 davon, miteinander verschmolzen, das Kreuzbein bilden, und 4 dem verkümmerten Anhang der Wirbelsäule, dem Steißbein, angehören.

Fig. 42. Die Wirbelsäule als Ganzes. — S Schädeldecke. Stb Stirnbein. Kb Keilbein. D Dornfortsätze. QR Querfortsätze. RG Gelenkflächen für die Rippen. ZwL Zwischenwirbellöcher. KG Gelenkfläche des Kreuzbeins zur Verbindung mit dem Darmbein. Stb Steißbein. SF Schamfuge. Br Brustbein.

Fig. 43. Schema eines Wirbels. Ansicht von oben.

Fig. 44. Schema eines Wirbels (Brustwirbels) von der Seite gesehen.

Wir zählen:

7 Hals-, 12 Brust-, 5 Lenden- } Wirbel; zusammen 24 freie Wirbel,
5 Kreuzbeinwirbel, zu einem Knochen verschmolzen, } 9 unbeweg-
4 (zuweilen auch 5) Steißbeinwirbel } liche Wirbel.

Wirbelsäule als Ganzes.

Die Wirbelsäule oder der Rückgrat ist eine aus zahlreichen aufeinandergesetzten Gliedern bestehende Knochenröhre, welche das Rückenmark und die Ursprünge der Rückenmarksnerven einschließt. Die Länge der Wirbelsäule ist $2^1/_2$ mal in der gesamten Körperhöhe enthalten.

Die einzelnen Glieder der Säule oder Röhre, die Wirbel, sind nicht gleich groß, sondern nehmen vom Hinterhaupt bis zum Kreuzbein an absoluter Größe und Höhe allmählich zu.

§ 35. Schema der Wirbel (Fig. 43 u. 44).

Schema der Wirbel.

Jeder wahre Wirbel bildet einen Ring. Das vordere massige Stück dieses Ringes heißt Wirbelkörper, das hintere der Wirbelbogen. Dadurch, daß diese Ringe mit ihrer Öffnung, dem Rückenmarksloch, einer auf den anderen gesetzt sind, entsteht ein Kanal, der Wirbelkanal, zur Aufnahme des Rückenmarks. Durch das Hinterhauptloch des Schädels steht der Wirbelkanal in Verbindung mit der Schädelhöhle.

Der Wirbelkörper ist oben und unten platt. Er besteht aus einer schwammigen Knochenmasse, wobei bemerkt sein mag, daß die Festigkeit der Wirbelsäule vorzugsweise auf ihren starken Bändern beruht.

An dem Wirbelbogen befinden sich 7 Fortsätze und zwar:

3 Muskelfortsätze { einer unpaar: der nach hinten gerichtete Dornfortsatz, zwei paarig: die beiden seitlichen Querfortsätze,
4 Gelenkfortsätze { 2 obere mit den Gelenkflächen nach hinten, 2 untere mit den Gelenkflächen nach vorn.

Die Gelenkfortsätze greifen zu je zwei nach oben und unten in die Gelenkfortsätze des oben und unten befindlichen Wirbels ein.

An der Stelle, wo Wirbelbogen und Wirbelkörper zusammenstoßen, fällt am oberen Rand ein flacher, am unteren Rand ein tiefer Ausschnitt auf. Jeder dieser Ausschnitte vereinigt sich mit dem entsprechenden Ausschnitt des darüber oder des darunter liegenden Wirbels zu einem rundlichen Loch. So entstehen also 30 Zwischenwirbellöcher zum Austritt der Rückenmarksnerven.

§ 36. Halswirbel.

Halswirbel.

Der Mensch hat wie alle Säugetiere — selbst die Giraffe — 7 Halswirbel; nur das Faultier zählt 8 oder 9, die australische Seekuh 6.

Für die Halswirbel ist zunächst im Gegensatz zu den Brust- und Lendenwirbeln charakteristisch ein Loch in jedem Querfortsatz. Durch die Löcher der 6 oberen Halswirbel geht die Wirbel-Schlagader zum Gehirn. Der Körper ist niedrig und breit, der Bogen gleicht mehr den Schenkeln eines Dreiecks; das Rückenmarksloch ist mehr dreieckig als rund.

Die Dornfortsätze der mittleren Halswirbel sind gabelförmig gespalten. Am ersten Halswirbel ist der Dornfortsatz zu einem kleinen rundlichen Knopf verkümmert; wogegen der Dornfortsatz des 7. Halswirbels besonders lang, durch die Haut gut fühlbar und meist auch als rundlicher Vorsprung sichtbar ist.

Erster Halswirbel.

Der erste Halswirbel — Atlas genannt, weil er das Haupt trägt wie Atlas die Erdkugel — ist ringförmig, und entbehrt des Wirbelkörpers. Es fehlen ihm die Gelenkfortsätze, an deren Stelle obere Gelenkflächen vorhanden sind, zur Verbindung mit den entsprechenden Gelenkflächen des Hinterhauptbeins, während die unteren Gelenkflächen auf den entsprechenden Gelenkflächen des zweiten Halswirbels aufruhen. Die Hinterfläche des vorderen Bogens ist mit Gelenkknorpel überzogen zur gelenkigen Verbindung mit dem Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels (Fig. 45).

Fig. 45. Der erste Halswirbel.

Fig. 46. Der zweite Halswirbel (von hinten her gesehen).

Zweiter Halswirbel.

Der zweite Halswirbel — Epistropheus — der Dreher, ein Name, der eigentlich dem Atlas gebührt, denn dieser dreht sich ja mit dem auf ihm lastenden Kopf um den Zahnfortsatz des Epistropheus, während das Senken und Aufrichten (Beugen und Strecken) des Kopfes in dem Gelenk zwischen Atlas und Hinterhaupt stattfindet — ist ausgezeichnet durch den zapfenförmigen, vom Wirbelkörper nach oben aufsteigenden Zahn (Fig. 46).

§ 37. Brustwirbel.

Brustwirbel.

Da die Brustwirbel die Rippen tragen, so haben sie an den Seiten der Wirbelkörper kleine überknorpelte Gelenkflächen: an den oberen 10 Brustwirbeln jederseits zwei halbe, und am 11. und 12. Brustwirbel eine ganze Gelenkfläche für die Rippenköpfchen, und an den Querfortsätzen kleine Gelenkflächen für die Rippenhöcker (Fig. 47).

Die Dornfortsätze sind nach abwärts gerichtet — daher ist die Brustwirbelsäule weniger beweglich. — Sie weichen oft, namentlich bei Frauen, die sich von der Kindheit an stark schnürten, seitlich, besonders nach rechts ab.

§ 38. Lendenwirbel.

Lendenwirbel.

Die Lendenwirbel zeichnen sich durch ihre Breite und Höhe aus. Die Dornfortsätze sind hoch, schmal, und horizontal gerichtet.

Diese Bauart gewährt der Lendenwirbelsäule einen besonders hohen Grad von Beweglichkeit (Fig. 47).

§ 39. Kreuzbein und Steißbein.

Kreuzbein.

Das Kreuzbein oder das „heilige Bein" (os sacrum) der Alten, das Piedestal der Wirbelsäule, ist wie ein Keil zwischen die beiden Hüftbeine getrieben, und bildet gewissermaßen den Schlußstein des Beckens.

Fig. 47. Letzter Brust- und erster Lendenwirbel. — K: Wirbelkörper, OGf: Oberer; UGf: Unterer Gelenkfortsatz; Qf: Querfortsatz; Df: Dornfortsatz; RGf: Gelenkfläche für die 12. Rippe; ZwW: Lage der Zwischenwirbelscheibe.

Seine Form ist die einer umgestürzten, nach vorn gekrümmten Pyramide mit der Basis nach oben. Man unterscheidet an dem Kreuzbein eine vordere, hohl gekrümmte, und eine hintere, mit rauhen Leisten zum Ansatz starker Rückenmuskeln versehene Fläche; ferner zwei dicke Seitenflächen zur festen Verbindung mit den Hüftbeinen. Anatomisch findet man in dieser Verbindung die Bestandteile, welche ein Gelenk ausmachen. Beweglichkeit ist indes hier keine vorhanden.

Die Achse des Kreuzbeins liegt nicht in der Verlängerung der Achse der Wirbelsäule, sondern weicht nach hinten ab. Dadurch entsteht vorne an der Vereinigungsstelle von Lendenwirbelsäule und Kreuzbein ein vorspringender Winkel, das Vorgebirge, welches die Grenze des großen gegen das kleine Becken mit bilden hilft (Fig. 42).

Das Kreuzbein setzt sich zusammen aus fünf miteinander verwachsenen falschen Wirbeln, es wird daher von der Fortsetzung des Rückenmarkskanals, dem Kreuzbeinkanal, durchbohrt. Entsprechend den Zwischenwirbellöchern finden sich auf der Vorder- wie der Hinterfläche des Kreuzbeins vier paar Löcher für den Durchtritt der Kreuzbeinnerven: die Kreuzbeinlöcher.

Steißbein.

Das Steißbein oder Schwanzbein besteht in der Regel aus 4, zuweilen auch 5 verkümmerten Wirbeln, die nur wenig beweglich miteinander verbunden sind.

§ 40. Bänder der Wirbelsäule.

Starke Bänder verbinden die einzelnen Wirbel zu einer außerordentlich festen, wenn auch nach verschiedenen Richtungen hin leicht biegsamen Säule.

Bänder der Wirbelsäule.

Die vereinigenden Bänder befinden sich:

1) zwischen den Wirbelkörpern;
2) zwischen den Wirbelbögen;
3) zwischen den Fortsätzen der Wirbel.

1. Die Wirbelkörper werden vereinigt:

a) durch die Zwischenwirbelscheiben oder -knorpel. Zwischen je zwei Wirbelkörpern liegen feste elastische Knorpelscheiben, welche die einander zugekehrten rauhen Seiten der Wirbelkörper fest miteinander verlöten. Man vermag an die Brustwirbelsäule des Erwachsenen im Mittel ein Gewicht von 75 Kilo, an die Lendenwirbelsäule ein solches von 125 – 130 Kilo zu hängen, bevor sie auseinanderreißt. Als Polster zwischen den Knochenstücken der Wirbel schwächen die Zwischenwirbelknorpel die Einwirkung von Erschütterungen und Stößen, welche die Wirbelsäule in senkrechter Richtung treffen – z. B. beim Aufspringen – ganz erheblich ab.

Zwischenwirbelscheiben.

Die Zwischenwirbelscheiben bestehen in der Hauptsache aus Faserknorpel. Ihre Mitte besteht aus einer mehr gallertförmigen Masse, welche den Überrest der Uranlage der Wirbelsäule bei der Entwicklung, nämlich des Rückenstranges (chorda dorsalis) darstellt. Die Festigkeit der Zwischenwirbelscheiben ist derart, daß bei Brüchen der Wirbelsäule die Wirbelkörper eher bersten als diese Bandscheiben.

Ihre Dicke ist derart beträchtlich, daß die Summe ihrer Höhen fast den vierten Teil der gesamten Wirbelsäule beträgt. Besonders dick sind die Zwischenwirbelscheiben im Lendenteil, wodurch dessen Biegsamkeit erhöht wird; nach Fick machen die Zwischenwirbelscheiben $1/5$ der Höhe der Hals-, $1/7$ der Brust- und $1/3$ der Lendenwirbelsäule aus. An Skeletten sind sie eingeschrumpft, und müssen, wenn anders das Skelett die richtige Höhe haben soll, die sein Körper im Leben besaß, künstlich durch Lederscheiben ersetzt werden.

Die Krümmungen der Wirbelsäule beruhen in ihrer Form zum großen Teil darauf, daß sowohl in der Hals- wie in der Lendenwirbelsäule die Zwischenwirbelscheiben vorne beträchtlich höher sind als hinten, während die Wirbelkörper solche Unterschiede nicht zeigen. Anders bei der Brustwirbelsäule, wo die Wirbelkörper keilförmig gestaltet sind, und zwar, entsprechend der Biegung der Brustwirbelsäule nach hinten so, daß die Dicke der Wirbelkörper nach vorn geringer ist als nach hinten.

Der Schwund der Zwischenwirbelscheiben im Greisenalter, der eine Abnahme der Körperhöhe bis um 7 cm bewirkt, gibt dementsprechend dem Greisenrücken eine charakteristische Form mit Auswölbung nach hinten und Vornüberhängen des Kopfes. –

Da die Zwischenwirbelscheiben bei Belastung etwas zusammengedrückt werden, bei Fortfall der Belastung wieder zu ihrer früheren Dicke aufquellen, so ist die Körperlänge frühmorgens nach der Nachtruhe eine größere als am Abend. Der Unterschied beträgt für den Erwachsenen etwa $1\,1/2 - 2$ Zentimeter.

b) Durch die Längsbänder. Vom Kopf bis hinunter zum Kreuzbein reichend, ziehen sie als lange Bandstreifen sowohl auf der vorderen wie auf der hinteren Fläche der Wirbelkörper – im letzteren Falle also innerhalb des Rückenmarkkanals – herab.

Längsbänder.

2. Die Wirbelbögen sind vom zweiten Halswirbel ab bis zum Kreuzbein durch sehr starke elastische Bänder, die sogenannten gelben Bänder, miteinander verbunden.

Gelbe bänder.

Kapselbänder. *Zwischendornbänder und Spitzenband.*

3. An den **Wirbelfortsätzen** befinden sich
   a) an den **Gelenkfortsätzen Kapselbänder** für die Gelenke der Wirbel wie ein jedes Gelenk solche besitzt (Fig. 48),
   b) zwischen den **Dornfortsätzen** befinden sich die **Zwischendornbänder**, und über die Spitzen der Dornfortsätze hinlaufend das **Spitzenband**. Das letztere ist namentlich stark am Halsteil der Wirbelsäule und heftet sich als **Nackenband** an den Hinterhaupthöcker fest. Hier ist bei stark gebeugtem Kopf das Band meist auch deutlich zu fühlen.

Fig. 48. Ansatz der Wirbelenden an einen Brustwirbel von unten gesehen. Links mit den Bändern dargestellt, rechts ohne dieselben.

§ 41. Gelenke zwischen Kopf und Hals.

Gelenk zwischen Atlas und Hinterhaupt.

Das **Gelenk zwischen Atlas und Hinterhaupt** ist ein Scharniergelenk und gestattet nur Senken und Heben (Beugung und Streckung) des Hauptes.

Gelenk zwischen Atlas und Halswirbel.

Das **Gelenk zwischen Atlas und zweitem** Halswirbel ist ein Drehgelenk Beim Drehen des Kopfes bilden also Kopf und Atlas ein Ganzes, und letzterer dreht sich um den Zahnfortsatz des zweiten Halswirbels wie um einen Zapfen. Starke Bänder halten den Zahnfortsatz in seiner Lage: das **Querband des Atlas**, zwischen den Seitenteilen dieses Wirbels ausgespannt, und das **Aufhängeband** des Zahnfortsatzes, welches dessen Spitze am Vorderrand des Hinterhauptloches befestigt.

Der Kopf mit dem Atlas kann sich nach rechts wie nach links um 45° drehen. Dies ist möglich nur dadurch, daß die Bänder zwischen Atlas und zweitem Halswirbel sehr dehnbar sind. Die sinnreiche Einrichtung, daß die Bewegungen des Kopfes auf zwei Gelenke an verschiedenen Stellen der Halswirbelsäule verteilt sind, ermöglicht die große Ausgiebigkeit dieser Bewegungen, ohne daß dabei der innerhalb der Halswirbelsäule liegende Teil des Rückenmarks gezerrt oder gedehnt wird.

§ 42. Bewegungsmöglichkeit der Wirbelsäule.

Beweglichkeit der Wirbelsäule.

Von den die Wirbelsäule zusammensetzenden Gliedern ist das **Kreuzbein**, weil fest ins Becken eingekeilt, **unbeweglich**. Die Beweglichkeit der anderen Glieder;

d. h. der einzelnen Wirbel zueinander ist für jeden einzelnen zwar eine geringe. Aus der Summe aber der zahlreichen Teilbewegungen geht für das Ganze ein hoher Grad von geschmeidiger Biegsamkeit hervor. Diese Beweglichkeit ist gemäß der Art der Verbindung der Wirbelkörper durch zwischenliegende elastische Bandscheiben nach allen Seiten hin ermöglicht.

Sie ist aber nicht an allen Stellen der Wirbelsäule die gleiche. Namentlich im Brustabschnitt der Wirbelsäule, wo der Wirbelkanal enge ist und die Dornfortsätze schräg nach unten gerichtet und dachziegelförmig übereinander gestellt sind, ist die Beweglichkeit – ohnehin durch die angehefteten Rippen für die Beugung sehr beschränkt – eine nur geringe. Der Lendenwirbelsäule dagegen verleihen die größere Weite des Rückenmarkkanals, die dickeren Bandscheiben und die horizontal gerichteten Dornfortsätze eine um so größere Beweglichkeit, namentlich für Beugung und Streckung.

Die hauptsächlichsten Bewegungsrichtungen in der Wirbelsäule sind folgende:

1. Drehung um die senkrechte Achse:

Rumpfdrehen.

a) Im Rumpfteil oder Rumpfdrehen. Diese Bewegung findet fast ausschließlich im unteren Abschnitt der Brustwirbelsäule, in der Gegend des 8. bis 12. Brustwirbels statt, und zwar nur in einem Winkel von 30° beiderseits.*) Rumpfdrehen rechts und links als Freiübung ist anscheinend als volle Vierteldrehung, also um einen rechten Winkel = 90° möglich, und wird daher auch so vorgeschrieben. Man überzeugt sich aber leicht, daß dieser Grad von Drehung nur so zustande kommt, daß das Becken nebst den Oberschenkeln mit gedreht wird und seine Drehung zu der der Wirbelsäule sich hinzuaddiert. Ebenso wird der Kopf – wenn auch gegen die Vorschrift – unwillkürlich noch besonders nach der Drehungsrichtung hin mit bewegt.

Drehung des Halses.

b) Im Halsteil. Weit größer ist die Achsendrehung des Halses, bei leichter Drehung in der Regel mit geringer Wendung des Kopfes nach der entgegengesetzten Seite, bei stärkster Drehung dagegen stets mit einer leichten Neigung des Kopfes nach derselben Seite hin verbunden. Die mögliche Drehung des Kopfes mit dem Halse beträgt 70° und wird namentlich in dem Drehgelenk zwischen Atlas und zweitem Halswirbel (45°) ausgeführt. Addiert man hierzu die Drehung in der Brustwirbelsäule und die des Beckens (70 + 30 + 80 = 180°), so vermag man bei unverrückter Fußsohle das Gesicht nach jeder Seite um 180° herumzudrehen, kann also aus dem festen Stand durch äußerste Drehung des Gesichts nach rechts wie nach links den ganzen Horizont — 360° — ringsum mit den Augen beherrschen.

2. Seitwärtsneigung:

Seitwärtsneigen des Rumpfes.

a) des Oberkörpers nach rechts und links oder Rumpfbeugen seitwärts. Diese Bewegung wird im Lendenteil der Wirbelsäule ausgeführt und findet ihre natürliche Beschränkung darin, daß der untere Rand des Brustkorbes gegen den oberen Beckenrand anstößt.

Seitwärtsneigen des Halses.

b) Ausgiebiger noch läßt sich die Halswirbelsäule seitwärts beugen, jedoch ist hier ein stärkerer Grad von Seitwärtsneigung stets mit einer gleichzeitigen Drehung des Kopfes nach derselben Seite hin verbunden. Nähert man z. B. durch starke Seitwärtsneigung des Halses den Kopf der rechten Schulter, so dreht sich

---

*) Ausdrücklich sei hier ein- für allemal bemerkt, daß die Zahlenangaben für die Bewegungsmöglichkeiten der Gelenke Mittelzahlen sind. Bei angeborener oder durch frühe Übung erworbener besonderer Schlaffheit der Gelenkbänder sind oft weit größere Bewegungsgrade, bei Zirkuskünstlern („Kautschukmännern") manchmal in fast unglaublichem Maße möglich.

gleichzeitig auch der Kopf nach rechts, so daß das Kinn sich der Schulterhöhe zuwendet.

Beugen und Strecken des Rumpfes.

3. Beugung und Streckung:

a) des Rumpfes (Rumpfbeugen vorwärts und rückwärts), ist in der Brustwirbelsäule fast gleich Null. Sie vollzieht sich für den Rumpf nur in der Lendenwirbelsäule, dicht unter dem Brustkorb und dicht über dem Becken. Die Wirbelsäule macht also bei starker Beugung vorwärts keineswegs einen gleichmäßig gerundeten Bogen, wie man oft dargestellt sieht, sondern erfährt starke Knickung nur in der Lendengegend (Fig. 49). — Der Spielraum zwischen stärkster Beugung und äußerster Streckung in der Lendenwirbelsäule allein beträgt etwa 90°.

Fig. 49. Starke Beugung der Wirbelsäule. Sie ist fast ausschließlich in der Lendengegend bewirkt.

Fig. 50. Rückenbiegung (früher: tiefe Rumpfbeuge) in allen Abschnitten der Wirbelsäule.

Rumpfbeugung und Rückenbiegung.

Bei der Ausführung des Rumpfbeugens und -streckens aus der aufrechten Haltung kommt aber noch ein anderes hinzu: das ist die Bewegung, welche das Becken mit dem Rumpf zusammen im Hüftgelenk um die Querachse macht, die durch die beiden Oberschenkelköpfe gelegt ist.

Fig. 52. Tiefe Rumpfbeugung.

Fig. 51. Rumpfbeugung. Bewegung vorzugsweise im Hüftgelenk.

Diese Bewegung ist ohne Beteiligung der Biegung in der Wirbelsäule — also bei gestreckt gehaltenem Rumpfe — nach vorwärts möglich bis zum Winkel von 90°, nach rückwärts bis zum Winkel von 30°. Eine weitere Biegung nach vorwärts wird gehindert durch den Widerstand der bei dieser Bewegung stark gedehnten Beugemuskeln an der Hinterseite des Oberschenkels, welche dort zwischen dem Sitzknorren des Beckens und den Unterschenkelknochen ausgespannt sind. Die Beugung des Rumpfes mit dem Becken nach rückwärts wird dagegen, wenn sie 30° erreicht hat, gehemmt durch das starke, zwischen dem vorderen Beckenrand (vorderer unterer Darmbeinstachel) und Oberschenkelende ausgespannte Bertinische Band (s. u.). Die weitere Biegung des Rückens sowohl in der Richtung nach vorwärts, wie in der nach rückwärts kann nur durch Beugung bezw. Streckung in der Wirbelsäule über die beiden angegebenen Grade hinaus fortgesetzt werden.

Wir haben demgemäß zu unterscheiden zwischen der Rumpfbeugung (Fig. 51), bei der der Rumpf als Ganzes zusammen mit dem Becken lediglich im Hüftgelenk nach vorwärts oder rückwärts bewegt wird (die Bewegung wird auch als „Rumpfsenken" bezeichnet), und der Rückenbiegung, bei welcher die Beugung oder Streckung der Wirbelsäule im Lenden- und im Halsteil mit beteiligt wird (Fig. 50).

Beugen und Strecken des Halses.

b) des Halses. Die Beugung des Kopfes nach vorwärts und rückwärts vollzieht sich in leichteren Graden nur im Scharnier zwischen Atlas und Hinterhauptbein. Erst bei stärkeren Graden der Bewegung kommt dazu eine Biegung der Halswirbelsäule in sich. Der Gesamtumfang dieser Bewegung beträgt etwa 90°.

§ 43. Die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule.

Natürliche Krümmungen der Wirbelsäule.

Der bewegliche Stab der Wirbelsäule ist mit seinem Endknochen, dem Kreuzbein, in den geschlossenen Knochenring des Beckens eingekeilt. Das Becken ruht durch die beiden Hüftgelenke auf den tragenden Stützen des Körpers, den Beinen, und vermag sich, wie wir eben sahen, um eine durch die Hüftgelenke gelegte Querachse „wie eine Tasse zwischen zwei Fingerspitzen" zu drehen und damit gegen die Beine Beugung und Streckung auszuführen. Damit aber der Körper aufrecht stehe, muß sein Schwerpunkt, der, wie wir unten noch sehen werden, vor dem Kreuzbein in der Höhe des zweiten Kreuzbeinwirbels liegt, senkrecht über der Unterstützungsfläche des Körpers stehen. Am sichersten ist der aufrechte Stand, wenn diese Senkrechte in die Fußmitte fällt. Steht das Becken horizontal gerichtet und die Wirbelsäule gerade aufrecht, so kommt aber der Schwerpunkt S nicht senkrecht über die Fußmitte zu stehen, sondern seine Senkrechte fällt hinter die Ferse des Fußes: Das heißt also, der Körper würde nach hinten fallen. Es muß, um den Schwerpunkt im Gleichgewicht schwebend mehr nach vorn zu bringen, das Becken um die beiden Hüftgelenke entsprechend gedreht oder geneigt werden. Dies bedingt nun wieder, daß der Stab der Wirbelsäule eine übergroße Neigung nach vorn erhielte. Er muß daher, damit

S S S
1 2 3

Fig. 53 u. 54. S = Schwerpunkt.

er mit seinem Endgliede, dem krönenden Kopf, gerade aufrecht auf der Wirbelsäule balanciert werden kann, eine entsprechende Rückkrümmung erfahren, der dann noch weitere Gegenkrümmungen entsprechen (Fig. 53 u. 54).

Fig. 55—57. Entstehung der Krümmungen der Wirbelsäule.

Die Wirbelsäule des erwachsenen Menschen ist nämlich dreifach — doppelt S-förmig, also etwa = ⟨ — in der Richtung von vorn nach hinten gekrümmt: im Halsteil nach vorn (lordotisch), im Brustteil nach hinten (kyphotisch), im Lendenteil wieder nach vorn (lordotisch).

Diese natürlichen (oder physiologischen) Krümmungen sind keine angeborene Eigenschaft der Wirbelsäule, sondern gestalten sich erst mit dem fortschreitenden Wachstum als Folge der Belastung und des Muskelzuges, wie sie beim ersten Sitzen und später beim aufrechten Gehen auf den gegliederten und in sich beweglichen Stab der Wirbelsäule einwirken.

Fig. 58. Richtung der Zugkräfte, welche die Wirbelsäule in ihren Krümmungen erhalten. H Hals-, B Brust-, L Lendenwirbelsäule; Kr Kreuzbein.

Die Wirbelsäule des Neugeborenen ist fast gerade gestreckt, zeigt höchstens leichte Andeutung der späteren Krümmungen und bleibt auch so während der ersten Lebensmonate, während das Kind dauernd liegt. Erst wenn das Kind beginnt sich aufrecht zu setzen, macht sich die Belastung des oberen Teils der Wirbelsäule durch Kopf und Arme geltend; der Kopf sinkt nach vorn zur Brust; die Wirbelsäule biegt sich und bildet einen einzigen nach hinten konvexen Bogen: (kyphotische) Krümmung des Brustteils nach hinten (Fig. 55, I). Versucht nun das Kind, nachdem es zu sitzen gelernt, auch dabei den Kopf zu heben, um nach vorn und aufwärts zu sehen — was nach genügender Erstarkung der Nackenmuskeln und Nackenbänder auch bald gelingt — so ist dies nur dadurch zu

ermöglichen, daß im Gegensatz zur Gesamtkrümmung der ganzen Wirbelsäule ihr Halsteil nach oben ausbiegt, in einem nach vorn konvexen Bogen. So entsteht zuerst die Krümmung des Halsteils nach vorn (Fig. 56, II).

Die dritte und wichtigste Krümmung, im Lendenteil der Wirbelsäule, entsteht mit dem ersten Einnehmen der aufrechten Stellung. Diese ist nur möglich, wenn das Hüftgelenk gestreckt, d. h. das Becken weit genug geneigt wird, um die obersten Kreuzbeinwirbel mehr über die Hüftgelenke zu bringen. Ohne solche Beckenneigung würde der Körper einfach hintenüberfallen. Da aber das Kreuzbein im Becken fest eingekeilt ist, also mit der zunächst senkrecht darauf stehenden Wirbelsäule der Beckendrehung folgt, so würde umgekehrt die Wirbelsäule mit dem Rumpfe als Ganzes nun nach vornüber sinken, wenn sie nicht im Lendenteil sich nach rückwärts umböge und so die senkrechte Richtung wiedergewänne. Damit entsteht also die starke Krümmung im Lendenteil nach vorn. Sie fällt um so stärker aus, je stärker geneigt das Becken gehalten wird (Fig. 57 III.).

In den ersten Lebensjahren gleichen sich diese beim Sitzen, Aufwärtsrichten des Kopfes und aufrechtem Stehen sich bildenden natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule in der gestreckten Ruhelage immer wieder aus, erst vom 7. bis 8. Lebensjahr werden sie dauernd, und bleiben auch in der gestreckten Ruhelage bestehen. Sie verstreichen natürlich zeitweise bei solchen Bewegungen des Rumpfes, die in entgegengesetzter Richtung auf die Wirbelsäule einwirken, oder werden zeitweise noch stärker ausgeprägt bei Rumpfbewegungen, die in gleicher Richtung einwirken.

Bedeutsam ist das Vorhandensein der Wirbelsäulekrümmungen für die ungehinderte Tätigkeit des Gehirns, da sie die erschütternde Gewalt aller Stöße, die vom Fuße aus das Knochengerüst treffen, abschwächen. Der Einfluß aller der Stöße und Erschütterungen beim Laufen, Springen, Marschieren usw. würde ein schädlicher für die Hirntätigkeit sein, wenn diese Stöße sich geradlinig zum Kopf fortpflanzten.

Zugkräfte, welche die Krümmung der Wirbelsäule unterhalten.

Folgende Zugkräfte sind es, welche die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule, wie sie beim Sitzen und aufrechten Stehen sich einstellen, weiterhin zu stetig dauernden gestalten.

A) Für die Erhaltung der Halskrümmung nach vorn sind wirksam:

1. Der Zug der massigen Muskulatur des Nackens, welche vom Hinterhaupt bis tief hinunter zur Brustwirbelsäule reicht.

2. Der Zug der Schwere des Brustkorbes mit seinen Eingeweiden. Da dieser Zug am stärksten auf die oberen Rippen wirkt, die ihrerseits von Muskeln gehalten werden, welche ihren Ursprung an der Halswirbelsäule nehmen, so überträgt er sich schließlich auf letztere.

B) Die ausgleichende Krümmung der Brustwirbelsäule nach hinten bedarf keiner besonderen Zugkräfte, eben weil sie eine ausgleichende ist.

C) Die Krümmung der Lendenwirbelsäule wird erhalten:

1. Durch den Zug der starken Streckmuskeln, die an der hinteren Fläche der Lendenwirbelsäule namentlich vom Kreuzbein ausgehend, die Wirbelsäule entlang ziehen.

2. Durch den Zug des mächtigen, vom letzten Brustbein- und allen Lendenwirbeln entspringenden und zum Oberschenkel hinziehenden Lendenmuskels.

3. Durch den Zug (Schwerwirkung) der an die Lendenwirbelsäule angehefteten Baucheingeweide (Fig. 57).

§ 44. Schwerpunkt.

Schwerpunkt.

Die Möglichkeit für uns, eine Stellung anzunehmen und von einer angenommenen Stellung zu einer anderen überzugehen, hängt von den in unserem Gliederbau gelegenen anatomischen und mechanischen Mitteln ab.

Maßgebend ist hierbei das Gesetz der Schwere. In jeder Körperstellung muß man ihm entweder durch äußere Unterstützungsmittel (Anlehnen an einen festen Gegenstand; Aufstützen auf einen Stab usw.) oder durch innere Muskeltätigkeit Genüge leisten.

In jeder Stellung suchen wir das Gleichgewicht zu erlangen, bald mit mehr, bald mit weniger Muskelkraft. Im Gleichgewicht sind die Glieder dann, wenn die Gesamtwirkung ihrer Schwere auf einen Punkt trifft, der unterstützt wird: den Schwerpunkt. Das Maß der Schwere der im Schwerpunkt vereinten Gesamtschwere des Körpers ist auch das Maß der Schwerkraft. Die vom Schwerpunkt auf den Boden gefällte Linie (Bleisenkel oder Lot) gibt die Richtung der Schwerkraft an, und heißt die Schwerlinie.

Im menschlichen Körper wechseln wir mit jeder Veränderung der Stellung den Schwerpunkt und die Schwerlinie, ja mit jeder Bewegung eines Gliedes.

Was nun die Bestimmung der Lage des Schwerpunkts betrifft, so läßt sich diese Lage bei einfachen Körpern mathematisch berechnen.

Schwerpunktsbestimmung für den menschlichen Körper.

Nicht so für unregelmäßig gestaltete Körper von ungleichmäßiger Masse. Hier muß der Schwerpunkt durch Versuche bestimmt werden. Namentlich gilt dies auch für den menschlichen Körper, dessen Gliedmaßen unregelmäßig geformt sind, und dessen Bestandteile nicht durchweg die gleiche Schwere besitzen (z. B. beträgt das spezifische Gewicht der Knochen 1,717, das der Muskelmasse 1,04), ja die zum Teil, wie die Lungen und der Darmkanal, mit Luft und leichten Gasen gefüllt sind. Hier ist eine genaue mathematische Bestimmung nicht möglich. Man hat hier den Schwerpunkt (schon Borelli, dessen grundlegendes Werk De motu animalium 1690 erschien, stellte diesen Versuch an) so bestimmt, daß man den zu untersuchenden Körperteil (von einer Leiche abgetrennte Gliedmaßen) oder den ganzen Körper auf ein genau balanciertes Brett legte, und so lange verschob, bis vollkommenes Gleichgewicht hergestellt war (Fig. 59). Der Schwerpunkt des Körpers lag dann genau über dem Unterstützungspunkt des Brettes. Braune machte die gleiche Bestimmung durch Aufhängen einer hart gefrorenen Leiche.

Fig. 59. Bestimmung des Schwerpunktes.

Aus den Versuchen ergibt sich: Der Schwerpunkt liegt beim Rumpf in der die rechte und linke Körperhälfte trennenden Mittelebene, und in dieser Ebene nahe dem oberen Rand des zweiten Kreuzbeinwirbels. Genauer bestimmte Braune die Lage des Schwerpunktes im Becken vor dem Kreuzbein, indem er zeigte, daß der Schwerpunkt in eine Ebene fällt, welche durch die Mittelpunkte der beiden Hüftgelenke und der Gelenke zwischen Atlas und Hinterhaupt gelegen ist.

Für den lebenden aufrecht gestellten Körper ist aber jede Gliederbewegung, so das Heben eines Armes oder eines Beines, Neigen des Kopfes usw. imstande, den Schwerpunkt zu verlegen, d. h. der menschliche Körper ist im labilen Gleichgewicht*).

*) Wir unterscheiden ein indifferentes, ein stabiles, und ein labiles Gleichgewicht. I. Eine runde Scheibe an einer drehbaren Achse im Zentrum ist im indifferenten Gleichgewicht: bewegt man die Scheibe durch Drehen, so kann sie in jeder Lage im Gleichgewicht bleiben. II. Hängt die Scheibe an einer Achse oberhalb des Zentrums, so ist sie im stabilen

Fortwährend muß unser Schwerpunkt balanciert werden, wie der Stab auf der Fingerspitze des Jongleurs. Es muß unsere Muskeltätigkeit durch immerwährendes Korrigieren bei jeglicher Bewegung dafür sorgen, daß eine vom Schwerpunkt herabzufällende senkrechte Linie die Unterstützungsfläche, auf welcher wir uns befinden, noch treffe.

Je kleiner die Unterstützungsfläche oder je größer die Entfernung des Schwerpunktes von der Unterstützungsfläche, um so größer die Gefahr des Umfallens. Die Unterstützungsfläche des aufrecht stehenden menschlichen Körpers ist die Fußsohle. Ruht der Körper auf beiden Füßen, so fällt die Schwerlinie in einen Raum,

Fig. 60.

Fig. 61. Stellung der Füße bei Grundstellung. Der Schwerpunkt kann in S (Normalhaltung), in S'(Militärhaltung) oder S'' (mehr bequeme Haltung) fallen.

Fig. 62. a b c Sohlendreieck.

welcher von den Verbindungslinien der Endpunkte der Fußumrißlinien umschlossen wird (Fig. 60). Bei der sogenannten Grundstellung des Turn- und Exerzierplatzes, wo die Füße in einem nach vorn offenen rechten Winkel zueinander stehen, unter Berührung der Fersen, soll die Schwerlinie in die Halbierungslinie dieses Winkels fallen (Fig. 61). Steht der Körper nur auf einem Fuß, so fällt die Schwerlinie in ein Dreieck, das Sohlendreieck (Fig. 62 abc), dessen Ecken gebildet werden von den Mittelfußköpfchen des Großzehs (a), des Kleinzehs (b), und von dem hintern Ende des Fersenhöckers (c). Am kleinsten wird die Unterstützungsfläche, und damit auch der Stand am unsichersten, beim Zehenstand.

Für die Sicherheit des Standes ist es nicht gleichgültig, in welchen Punkt der Unterstützungsfläche des Fußes die Schwerlinie fällt. Am sichersten ist der Stand, wenn die Schwerlinie in das vordere Ende des Sprungbeingelenks – oder bei der Grundstellung in die Mitte der die Vorderenden der Sprungbeingelenke beider Füße verbindenden Linien fällt. Der Schwerpunkt kann aber so weit nach vorn gelegt werden, daß die Schwerlinie in die Fußspitze fällt, und somit nach hinten, daß sie bis nahe an den Fersenrand geht. Sowie aber der Schwerpunkt über die natürliche Unterstützungsfläche auch nur im geringsten hinausgeht, so fällt der Körper um.

Fig. 63. Verschiebungen der Schwerlinie S, S', S'' bei mittlerer Haltung, Vornüber- und Hintenüberlegen.

Gleichgewicht, d. h. sie kehrt nach Drehung stets in ihre erste Lage zurück. III. Befindet sich die Achse der excentrischen Scheibe unterhalb des Zentrums, so ist labiles Gleichgewicht vorhanden: sobald die Scheibe eben bewegt wird, fällt sie sofort in die Stellung II herab.

Aus der Grundstellung, in welcher die Schwerlinie kurz vor das vordere Ende des Sprunggelenks fällt, läßt sich der Schwerpunkt, wegen des ungleich größeren Abstandes von da bis zur Fußspitze, mehr nach vorn legen (vornüberlegen des Körpers) als nach hinten.

§ 45. Gleichgewichtserhaltung und Gleichgewichtsübung.

Gleichgewichtserhaltung und -übung.

Ist schon für das Aufrichten aus der Ruhelage im Liegen oder Sitzen, und weiterhin für das einfache natürliche Stehen und Gehen die Erhaltung des Gleichgewichts, das Balancieren des Körpers, mit steter Muskeltätigkeit verknüpft, so ist dies noch in besonderem Maße der Fall, wenn die natürliche Unterstützungsfläche des Körpers verkleinert wird; ferner wenn der Schwerpunkt des Körpers durch entsprechende Bewegungen erheblich verschoben wird; und endlich wenn der Körper eine Fremdlast zu tragen hat, deren Gewicht eine Verlegung des Gesamtschwerpunktes herbeiführt. Will man also gerade diejenigen Muskeln hervorragend betätigen und üben, welche das Becken auf den Schenkelköpfen halten und weiterhin die, welche an die Wirbelsäule sich ansetzen und diese halten und balancieren, so wird dies am natürlichsten und auch erfolgreichsten dadurch geschehen, daß man die Gleichgewichtserhaltung erschwert und damit jene Muskeln zu erhöhter Tätigkeit zwingt. Solche Übungen nennen wir Gleichgewichtsübungen. Zur Erzielung einer schönen geraden Körperhaltung sind diese Übungen von Wichtigkeit.

Schon Gutsmuths widmete den Gleichgewichtsübungen einen besonderen Abschnitt in seiner „Gymnastik für die Jugend", und empfahl sie sowohl ihres allgemeinen gymnastischen Nutzens wie auch der besonderen Vorteile willen, welche die so erworbene Geschicklichkeit in bestimmten Lagen und Vorfällen des täglichen Lebens bringen kann. In bezug auf letzteres sei an unsern großen Wolfgang Goethe erinnert, der es durch Übung dahin brachte, schwindelfrei zu werden und die Gleichgewichtserhaltung des Körpers derart zu beherrschen, daß er selbst erfahrene Zimmerleute durch die Sicherheit, mit der er in den Ruinen Roms über schmale Mauern und Gesimse dahinging, in Erstaunen versetzte („Aus meinem Leben. Wahrheit und Dichtung").

Verringerung der Unterstützungsfläche.

1. Erschwerung der Gleichgewichtserhaltung durch Verringerung der Unterstützungsfläche. Beim Sohlenstand auf beiden Füßen ist, wie wir sahen, der Körperhaltung oder vielmehr der Lage des Schwerpunktes ein ziemlicher Spielraum gewährt: der Körper kann dabei eine Reihe verschiedener Haltungen annehmen, ohne aus der Gleichgewichtslage zu geraten und umzufallen. Beim Stehen auf einem Fuß wird dieser Spielraum schon wesentlich geringer. Geradezu schwierig aber wird die Gleichgewichtserhaltung, wenn der Sohlenfläche der Füße sich nicht der ebene Boden als Unterstützungsfläche bietet, sondern irgend eine beschränkte oder gar schwankende Stützfläche. Beispiele hierfür sind: Gehen über ein mehr oder weniger gespanntes und schwankes Hanf- oder Drahtseil; das freie Steigen auf den Sprossen einer Leiter ohne Stütz mit den Händen; das Aufstehen und Aufspringen auf, und Gehen über einen platten oder gerundeten Balken (Schwebebaum, Schwebepfeiler), der entweder fest liegen kann, oder schwank ist; Gehen über die Querschnitte von gleichhohen in die Erde eingerammten Pfählen (sog. Schwebepfähle) usw.

Bei unserem Schulturnen ist es namentlich der Schwebebalken oder die Schwebekante, welche zu zahlreichen Gleichgewichtsübungen dient. Es muß betont werden, daß wenig Geübte dabei leicht den Blick nach abwärts richten, um zu sehen, wohin sie treten. Das beeinträchtigt natürlich die Körperhaltung sehr und verringert den

Wert der Übung. Gutsmuths hält das Seilgehen für übender als das Balkengehen – indes die Erinnerung an berufsmäßige Seilläufer und Seiltänzerinnen ließ wohl diese Übungen auf unseren Turnplätzen nicht aufkommen.

Die Füße werden beim Balken- oder Seilgehen auswärts gedreht, wodurch der Körper eine in schräger Richtung quer über die Fußsohle laufende, etwas breitere Unterstützungsfläche erhält, auf der sich leichter waghalten läßt als auf der in der Längsachse des Fußes verlaufenden ganz schmalen strichförmigen Unterstützungslinie, die entsteht, wenn der Fuß auf dem Seil oder dem Balken geradeaus gerichtet ist. Das Waghalten des Körpers, die Verbesserung der Richtung der Schwerlinie, wird durch seitliche Bewegung der Wirbelsäule nebst Kopf und Schultergürtel als Ganzes im Lendenteil der Wirbelsäule bewirkt. Bei herabhängenden Armen sind es die

Fig. 64.

Fig. 65.

rechts und links der Wirbelsäule entlang gelegenen Rückenmuskeln, welche die Wirbelsäule balancieren, d. h. seitlich hin- und herbiegen. Da aber diese Muskeln ohnehin schon zur Streckhaltung des Körpers bei erschwerter Gleichgewichtshaltung stark angestrengt sind, und dazu in ihrem Kraftmaß einander die Wage halten, so vermögen sie der anderen Aufgabe, bei jeder kleinsten Schwankung durch stärkere Anspannung der einen oder anderen Seite die Wirbelsäule entsprechend zu verbiegen, kaum gerecht zu werden; über einen Balken oder ein Seil in gerader Haltung mit herabhängenden Armen zu gehen, ist außerordentlich schwierig. Es werden daher die Arm- und Schultermuskeln zu Hilfe genommen in der Weise, daß beide Arme seitlich erhoben werden, um, wenn erforderlich, durch leichtes Senken des einen und Heben des anderen Armes die Wirbelsäule seitlich zu verbiegen und die Schwerlinie damit etwas zu verlegen (Fig. 64). Noch leichter geschieht dies, wenn die ausgebreiteten Arme dabei einen langen, nicht zu leichten Stab, die Balancierstange, halten.

Die Verringerung der Unterstützungsfläche der Füße kann auch so bewirkt werden, daß der Körper zwar auf ebener Fläche fortbewegt wird, aber nicht unmittelbar mit der Fußsohle, sondern durch Vermittlung besonderer Werkzeuge, welche durch die Füße bewegt werden, und ihrerseits den Boden nur in geringem Umfange berühren.

Hierhin gehört das Stelzenlaufen; ferner, als treffliche Gleichgewichtsübung, das Schlittschuhlaufen; endlich das Radfahren, welches an die Tätigkeit der Gleichgewichtshaltung große Anforderungen stellt. Allerdings werden beim Radfahren die günstigen Einwirkungen auf die Rückenmuskulatur häufig durch schlechte vornüber gebeugte Haltung mehr wie geschmälert.

Verschiebungen des Schwerpunktes durch bestimmte Bewegungen.

2. Verschiebungen des Schwerpunktes bei an sich schon erschwerter Gleichgewichtserhaltung. Ist schon das Waghalten des Körpers im Stand bei solchen Bewegungen, welche eine stärkere Verschiebung des Schwerpunktes herbeiführen, wie z. B. bei der tiefen Kniebeuge, nicht ganz so leicht, so wird dies noch schwieriger, wenn der Körper bei solchen Bewegungen etwa nur auf einem Fuße, oder gar nur auf einer Fußspitze (Zehenstand) steht und das Standbein zudem auch noch in sich bewegt wird. Unsere zusammengesetzten Freiübungen enthalten zahlreiche derartige Bewegungen. In französischen Turnbüchern sind solche als Gleichgewichtsübungen

Fig. 66. Gleichgewichtsübung.

Fig. 67. Gleichgewichtsübung.

(équilibres) zu einer besonderen Übungsgruppe ausgesondert. Hierhin zählen z. B. Umfassen des gehobenen, in Hüft- und Kniegelenk stark gebeugten Beins in der Mitte des Unterschenkels mit beiden Händen bei gestrecktem Standbein (Fig. 65); Rumpfbeugen mit gestrecktem Rumpf und gleichzeitigem Rückspreizen des standfreien gestreckten Beins; Ausfallstellung mit Lüften des hinteren Beins bis zu starkem Rückspreizen (wagehalbstehende Ausgangsstellung der schwedischen Gymnastik) (Fig. 66, 67); Spreizen des standfreien losen Beins nach allen Richtungen; Beugen und Strecken des standfreien, in der Kniehebhalte befindlichen Beins; Fußkreisen des gestreckt erhobenen Beins usw. Diese Bewegungen des standfreien Beins können noch verbunden werden mit Armbewegungen, welche ihrerseits das Waghalten des Körpers entweder erleichtern oder erschweren.

III II I

Fig. 68—70. Der „langsame Schritt“ in drei Zeiten.

Es kann auch ferner das Standbein bewegt, d. h. gebeugt und wieder gestreckt werden, während das standfreie Bein in Kniehebhalte — wird solche Übung auf der Schwebekante ausgeführt, so kann das standfreie Bein schräg abwärts vorgestreckt sein — über dem Boden gehalten wird.

Wird bei gestrecktem Standbein das rückwärts gehobene und erst gestreckte freie Bein mit nach abwärts gerichteter Fußspitze in leichter Beugung, so daß seine Fußspitze über den Boden hinstreicht, ihn aber nicht berührt, vorwärts gehoben und gestreckt, sodann mit der ganzen Fußsohle nach vorwärts niedergesetzt, so daß es zum Standbein wird, während das bisherige Standbein in demselben Augenblicke nach hinten gestreckt mit seiner Fußspitze sich vom Boden erhebt usw., so haben wir die Übung des sogenannten langsamen Schritts. Diese Übung besitzt nicht nur als Vorübung für den militärischen Marsch überhaupt einen großen Wert, sondern sie stellt durch die Art, wie die Schwerlinie fortwährend von einem auf den anderen Fuß bei tadelloser gestreckter Haltung des Rumpfes sowohl wie des jeweiligen Standbeins verlegt wird, eine der wirksamsten Gleichgewichtsübungen dar (Fig. 68—70).

Bei allen diesen Übungen wird das Waghalten der Wirbelsäule auf dem Becken dadurch besonders erschwert, der Übungswert für die Muskeln, die um die Wirbelsäule gelagert sind (lange Rückenmuskeln) aber auch erhöht, daß eine Anzahl der das Becken haltenden und balancierenden Muskeln für die Beinbewegungen schon in Anspruch genommen ist. Es fällt ihre Mitwirkung an der Erhaltung des Gleichgewichts mithin aus, und muß durch vermehrte Arbeit anderer, bei der Gestreckthaltung der Wirbelsäule ins Spiel tretenden Muskeln — und dies sind gerade die langen Rückenmuskeln — ersetzt werden*).

Fig. 71. Gerade Haltung der Wirbelsäule.

Fig. 72.

Fig. 73.

3. Verlegung des Schwerpunktes durch Fremdlast.

Schwerpunktsverlegung nach oben durch Fremdlast.

a) Der Schwerpunkt wird an eine höhere Stelle der Schwerlinie verlegt, sobald das obere Ende der Wirbelsäule, der Kopf, durch eine Fremdlast beschwert ist. Gleichzeitig wird dadurch die Muskulatur der Wirbelsäule gezwungen, unausgesetzt die Wirbelsäule in peinlich genauer Weise gerade zu tragen und die Last auf dem Kopfe zu balancieren, ähnlich wie ein Stock mit oberem schweren Knopf auf der Fingerspitze balanciert wird. Denn bei jeder Neigung der Wirbelsäule würde die Fremdlast, falls sie auf dem Kopfe lose aufliegt, herunterfallen, oder wenn

*) Die unter 2 beschriebenen Freiübungen werden turnsprachlich als „Bein- und Fußübungen" bezeichnet. Es ist zweifellos, daß die Erhaltung des Gleichgewichts bei diesen Übungen ungleich mehr Anstrengung erfordert als die Bein- oder Fußbewegung, und diesen Übungen ihren besonderen Charakter verleiht. Die turnsprachliche Bezeichnung deckt sich also durchaus nicht mit dem Wesen dieser Übungen.

sie am Kopf befestigt ist (z. B. ein schwerer Metallhelm mit hohem Aufsatz), mit dem Kopf umknicken. Nur bei tadellos gerader Haltung wird daher eine auf dem Kopf getragene Last sicher im Gleichgewicht erhalten, und da solche Haltung stete Anspannung der Streckmuskeln der Wirbelsäule erfordert, so ist das Tragen eines Gegenstandes auf dem Kopfe für diese Muskeln eine treffliche Übung (Fig. 71).

In der Tat zeichnen sich Leute, welche gewohnheitsgemäß Lasten auf dem Kopfe tragen (z. B. Bäuerinnen, welche Feldfrüchte in Körben auf dem Kopf zum Markte tragen, wie dies am Rhein üblich ist; Wasserträgerinnen in italienischen Berggegenden usw.) durch schöne gerade Haltung aus, auch wenn der Kopf nicht belastet ist. Die „königliche" Haltung der Weiber im Sabinergebirge ist oft gerühmt worden. — Die Meinung, daß häufiges Tragen von Lasten auf dem Kopfe die Entstehung von Kropf (starke Schwellung und Geschwulst der Schilddrüse am Halse) begünstige oder gar hervorrufe, ist durch nichts begründet.

Der Wert, den die Schwerpunktsverlegung nach aufwärts durch Belastung des Kopfes als Gleichgewichtsübung besitzt, ist gymnastisch nicht unbenützt geblieben: Tragen eines schweren Kissens, eines Buches, einer Turnkrone usw. auf dem Kopfe.

A B I II

Fig. 74 und 75. Seitliche Verbiegung bei einseitiger Belastung, in I ist der Eimer leer, in II gefüllt. A und B Schwerlinien. (Nach Richer.)

Verlegung des Schwerpunktes durch Fremdlast nach vorn oder hinten.

b) In der Richtung nach vorn oder hinten wird der natürliche Schwerpunkt des Körpers verlegt durch das Tragen von Fremdlasten, die entweder vorn oder hinten am Rumpfe aufgehängt sind. Hängt die Last vorn, so biegt sich der Rumpf nach hinten und umgekehrt (Fig. 72 und 73). Da im Gehen der Schwerpunkt bei jedem Schritt nach vorn vor das stemmende Bein gebracht werden muß, so würde bei stark belastetem und deshalb schon vorgebeugtem Rücken sehr leicht der Körper beim Gehen nach vorne stürzen. Die Schritte werden deshalb bei belastetem Rücken sehr vorsichtig gemacht und klein genommen. Erfahrungsgemäß benutzt der Lastträger mit einer starken Bürde auf dem Rücken gern einen Wanderstab, um ausgreifendere Schritte machen zu können und den Fallsturz nach vorn aufzuhalten.

Dem Orgeldreher, der seine Last vorn hängend trägt, ist dagegen der Wanderstab nichts nütze; er legt sich beim Gehen nur noch mehr mit dem Oberkörper zurück als beim Stehen und bewegt sich in einer schiebenden Gangart mit gekrümmten Knieen vorwärts.

Seitliche Belastung.

c) Ist die eine Körperseite allein belastet, so wird das Gleichgewicht dadurch hergestellt, daß sich die Rumpfachse nach der entgegengesetzten unbelasteten Seite seitlich verschiebt (Fig. 74 und 75). Dies ist, wenn die Last seitlich auf einer Schulter getragen wird, nicht möglich, ohne daß die belastete Schulter — anscheinend ein Widerspruch — höher zu liegen kommt als die unbelastete. Schon Leonardo da Vinci hat hierauf aufmerksam gemacht (Fig. 76).

Wenn zwei gleiche Gewichte an gleich langen Hebelarmen herabhängen, so halten sie sich die Wage. Wird der eine Hebelarm aber verlängert, z. B. auf das dreifache der ursprünglichen Länge, so wirkt dasselbe Gewicht so, als ob es bei gleich langen Hebelarmen dreimal so schwer wäre, oder mit anderen Worten: es hält einem dreimal so schweren Gewicht an dem kürzeren Hebelarm die Wage. Daraus folgt, daß ein seitlich ausgestreckter Arm genau so wirkt, als ob die betreffende Körperseite eine einseitige Belastung erfahren hätte, und daß er einer bestimmten Belastung der anderen Körperseite das Gleichgewicht zu halten vermag (Fig. 77). Diese Schwerwirkung eines Arms beträgt ungefähr $^1/_{14}$ des ganzen Körpergewichts, und ist etwa gleich dem Gewicht des Kopfes. Instinktiv wird daher beim Tragen einer Last an dem einen herabhängenden Arm der Arm der entgegengesetzten Seite seitlich erhoben. Dadurch wird die Last, oder doch ein Teil derselben balanciert, und die Notwendigkeit, die unbelastete Körperseite stark seitlich zur Gleichgewichtserhaltung zu beugen, wird in entsprechendem Maße verringert. Sie entfällt gänzlich, und die Wirbelsäule kann gerade bleiben, wenn die am senkrecht herabhängenden Arm getragene Last nicht schwerer ist als die Schwerwirkung des ausgestreckten Arms.

Fig. 76 (nach Leonardo da Vinci).

Fig. 77.

§ 46. Körperhaltung.

Die Art, wie die Wirbelsäule auf dem Becken getragen wird, ist bestimmend für die Körperhaltung. Da die Erzielung einer schönen geraden Haltung im Stehen und Gehen eines der wichtigsten Ziele erzieherischer Leibesübung ist, so hat turnerisch die Kenntnis der Gesetze einer guten Körperhaltung, sowie die Kenntnis der vorkommenden individuellen Haltungsformen besonderen Wert.

Körperhaltung.

Gute Haltung ist für die rechte gesundheitliche Entwicklung bestimmter Körperteile, namentlich des Brust, eine Vorbedingung. So ist die Verbesserung fehlerhafter Haltung nicht nur aus Gründen gymnastisch-schöner Leibesbildung geboten, sondern sie vermag auch die Folgen krankhafter Anlagen, und dadurch die Verkümmerung wichtiger Lebensorgane hintanzuhalten und zu verhindern.

Als Normalhaltung bezeichnet man eine solche, bei der in aufrechter gestreckter Stellung ohne besondere Muskelanspannung die natürlichen Krümmungen der Wirbelsäule eine schöne Wellenlinie bilden, deren Wellenberge oder Wellentäler jeweils dieselbe Höhe haben (Hoffa). (Fig. 78.)

Normalhaltung.

Durch Muskelanspannung, namentlich bestimmter Rücken- und Beckenmuskeln sowie der Wadenmuskeln, welche dem Vornüberfallen entgegenwirken, kann man aus der mehr ungezwungenen Normalhaltung übergehen in die militärische Haltung des Strammstehens. Dabei wird das Becken stärker nach vorn geneigt oder steiler gestellt; die Krümmung der Lendenwirbelsäule wird eine besonders stark ausgesprochene. Die Schwerlinie, welche bei der Normalhaltung die quere Verbindungslinie der Hüftgelenke (die Hüftachse) schneidet, geht bei der militärischen Haltung vor der Hüftachse her, und fällt in den vorderen Teil des Fußes statt in die Fußmitte

Militärische Haltung.

oder den vorderen Rand des Sprunggelenkes, wie dies bei der Normalhaltung der Fall ist (Fig. 79).

Die militärische stramme Haltung ist also kein eigentlicher Haltungstypus — auch der altgediente gedrillte Soldat hält sich im gewöhnlichen Leben nicht so wie beim Strammstehen auf dem Exerzierplatz — sondern eine durch Muskelanspannung bewirkte gymnastische Stellung, die eingenommen wird, um auf entsprechenden Befehl unmittelbar, ohne den allergeringsten Zeitverlust, aus dem Stand in ausgreifenden großschrittigen Marsch übergehen zu können. Diese Haltung drückt also die sofortige Bereitschaft zum Draufgehen, die gespannte Energie aus. Ein längeres Verharren in dieser Haltung wirkt sowohl infolge der Muskelanspannung als des

I. Normalhaltung.

II. Militärische Haltung.

III. Bequeme Haltung.

Fig. 78—80. H Hüftgelenk. h Horizontale. ab Linie der Beckenneigung.

Druckes, den der vornübergebeugte Körper auf die Fußspitzen (Köpfchen der Mittelfußknochen) ausübt, ermüdend. Langes, peinlich genaues Ausrichten der Reihen und Rotten, nachdem schon „Stillgestanden" befohlen ist, wird daher für die Übenden leicht zu einer unangenehm empfundenen Anstrengung.

Bequeme Haltung.

Den vollen Gegensatz zu dieser militärischen straffen Haltung bildet die schlaffe oder **bequeme Haltung**, die Haltung des Ausruhens. Übertragen ihre Hauptmerkmale sich dauernd auf die gewohnheitsmäßige Haltung beim Stehen und Gehen, so drückt sie dem ganzen Wesen den Charakter der Energielosigkeit und Schwäche auf (Fig. 80).

Bei der bequemen Haltung ist das Becken nur wenig geneigt, die Krümmung der Lendenwirbelsäule nach vorn gering; um so stärker ist die Krümmung des Brust-

teils nach hinten ausgesprochen; der Bauch ist vorgestreckt; der Rumpf weicht hinter die Hüften zurück; die Schwerlinie fällt in die Fußmitte. Während die straffe militärische Haltung verhaltene männliche Energie, sofortige Bereitschaft zu tatkräftigem Drauflosgehen bekundet, prägt sich in der bequemen Haltung mehr weibliche Zartheit, hingebende Schwäche und Versunkenheit in sich aus. Dort straffe, mit einem Übermaß von Muskelanspannung gestreckt gehaltene Glieder, hier alle Glieder in weichem Fluß möglichst ohne Muskeltätigkeit nur in den Gelenken und Bändern in sich zusammengehalten und balanciert. So wird z. B. der Rumpf auf dem Becken möglichst nur durch das vordere Verstärkungsband des Hüftgelenks, das kräftige Bertinische Band gehalten. Während aus der straffen Stellung unmittelbar mit weitausgreifendem Schritt in den Marsch vorwärts übergegangen werden kann, der Körper vorschießt wie eine gespannte und plötzlich losgelassene Feder, muß aus der schlaffen Haltung der Körper sich erst in sich aufrichten, muß sich zusammenraffen, ehe er den Übergang von beschaulicher Ruhe zum Bewegen und Handeln vollzieht.

Der weiche Fluß der Gliedmaßen bei der bequemen Haltung macht letztere zu einer bevorzugten bei schönen weiblichen Standbildern, wobei allerdings der Körper meist nur auf einem Fuße ruht. Wenn aber auch bei dieser Haltungsform der weibliche Körper schöne Linien gewinnt, so ist sie darum durchaus nicht verwendbar für das Mädchenturnen. Denn ästhetische Schönheit im Sinne der bildenden Kunst und gymnastische Schönheit als Ergebnis einer kräftig gerichteten leiblichen Erziehung sind zwei sehr verschiedene Dinge. Die Vermengung beider hat schon hinreichend Unheil im Mädchenturnen gestiftet. —

Die straffe militärische und die bequeme Haltung sind also zwei Extreme: Die schöne Normalhaltung bildet die Mitte zwischen beiden. Die Erlangung letzterer ist ein gymnastisches Ziel, ein Turnziel, die straffe Haltung ist aber ein gymnastisches Mittel zur Erlangung dieses Zieles und gehört daher ebensogut auf den Turn- wie auf den Exerzierplatz.

§ 47. Einige häufigere Haltungsformen.

Flache Rücken.

Neben der oben kurz beschriebenen normalen Haltung der Wirbelsäule beim schönen geraden Stand gibt es noch einige häufiger vorkommende Abweichungen in der Form der natürlichen Wirbelsäulekrümmungen, die turnerisch unsere Beachtung verdienen. Diese sind:

1. Der flache oder flachhohle Rücken (Staffel). Die Wirbelsäule zeigt bei dieser Haltungsart ihre natürlichen Krümmungen kaum ausgesprochen. Der Rücken ist flach oder „platt wie ein Brett"; es fehlt fast gänzlich die hohle Einsattelung über dem Gesäß. Auch die ganze Wirbelsäule ist von der gestreckten Form, wie sie das Kind im ersten Lebensjahr zeigt, kaum abgewichen. Dabei ist die Brust platt, die Schulterblätter hängen nach hinten, so daß man unter dieselben greifen kann. Die Ursache dieser Haltungsart, welche in hervorragendem Maße der Entstehung von seitlicher Rückgratsverkrümmung Vorschub leistet, ist neben ererbter Anlage zu flachem Rücken vor allem in schwächlicher Muskelentwicklung und mangelnder Muskelenergie zu suchen (Fig. 81).

Andauerndes jahrelanges Liegen bei langwieriger Kränklichkeit, oder zu spät erlangte Gehfähigkeit infolge von Störung im Knochenwachstum (Rachitis) verschulden solche Muskelschwäche des Rückens.

Bei Kindern mit so gestalteter Wirbelsäule ist vor allem ein reichliches Maß von Bewegung vonnöten. Turnerisch sind am wirksamsten: eine straffe Geh- und

Laufschule; kräftige Rumpfübungen, von denen namentlich die schwedische „Spannbeuge“ (Fig. 104) sowie Liegestützübungen genannt seien; Gleichgewichtsübungen; Hangübungen an Rundlauf, Ringen und Reck. Die Hangübungen bewirken, wie später noch gezeigt werden soll, stärkere Beckenneigung und dementsprechende Biegung im Lendenteil des Rückgrats.

I. Der flache Rücken. II. Der hohle Rücken. III. Der runde Rücken.

Fig. 81–83.

Hohlrunder Rücken.

2. Der hohle oder hohlrunde Rücken. Das genaue Gegenteil des vorigen Typus. Während dort die natürlichen Krümmungen des Rückgrats kaum oder nur schwach ausgedrückt, auf einer frühen Entwicklungsstufe stehen geblieben sind, zeigen sich hier diese Krümmungen über das Durchschnittsmaß hinaus übertrieben. Namentlich tief ist bei mäßig vorgestrecktem Bauch die Lendeneinsattelung; das pralle Gesäß springt stark nach hinten vor; der obere Rücken ist rundlich gewölbt. Dieser Haltungstypus, mit kräftiger Rückenmuskulatur verschwistert, schützt geradezu vor seitlicher Rückgratsverkrümmung – auch dies im geraden Gegensatz zum flachen Rücken. – Die tiefe Einsattelung über dem Kreuz macht sich bei Weibern mit hohlen Rücken besonders bemerkbar, da die mächtige Fettpolsterung des Gesäßes die Biegungslinie noch verstärkt (Fig. 82).

Turnerisch ist zu bemerken, daß Schülern mit dieser starken Einbiegung in der Lendenwirbelsäule das tiefe Rumpfbeugen nach vorn, welches die entgegengesetzte Biegung in der Lendenwirbelsäule verlangt, schwer fällt, und meist nicht bis zur Berührung des Fußrückens mit den Fingerspitzen der gestreckten Arme gelingt.

3. Der runde Rücken. Je nach Entstehungsursache und Lebensalter sind hier mehrere Formen zu unterscheiden.

a) Der runde Rücken der Jugend (Fig. 83) ist in gesundheitlicher Beziehung weitaus die wichtigste Form. Diese schlechte Haltung kommt vorwiegend in der schulpflichtigen Zeit vom 7.–16. Lebensjahre vor, bei Knaben wie bei Mädchen; bei letzteren meist etwas häufiger. Es ist dabei der Rücken in einem einzigen nach

hinten konvexen Bogen gewölbt; der Kopf ist vornüber geneigt; die Brust namentlich in ihrem oberen Teil eingesunken. Die Schulterblätter hängen nach außen und stehen mit ihren inneren Rändern flügelförmig ab; der Bauch ist vorgewölbt. Die ganze Haltung macht den Eindruck der Schlaffheit und Schwäche. Dabei braucht nicht immer wirkliche Muskelschwäche vorhanden zu sein – manche Schüler, denen solche schlechte Haltung zur Gewohnheit geworden, sind auf Befehl leidliche Turner –, sondern diese üble Haltung ist vielmehr das Ergebnis mangelnder Willenskraft und Energie, der Bequemlichkeit, des Sichgehenlassens (Fig. 84).

Mit Recht bilden solche Kinder eine stete Sorge für die Eltern, denn die vornübergeneigte Haltung hemmt die Atemtätigkeit und damit die Entwicklung der oberen Brustabschnitte, wodurch der Einnistung verderblicher Lungenerkrankung Vorschub geleistet wird.

Was nun, abgesehen von jener geistigen Schlaffheit, die weiteren Ursachen dieser schlechten Haltung betrifft, so ist diese zunächst oft in der Familie ererbt. Sie entsteht ferner häufig durch übermäßiges vornübergebeugtes Sitzen: so bei fehlerhaftem, zu niedrig gebautem Schultisch oder Arbeitstisch im Hause; so auch bei schlechter Bank mit mangelnder oder verkehrt angebrachter und daher nicht benutzter Rückenlehne zum Ausruhen der Rückenmuskeln; bei Schulbüchern mit zu kleinem Druck; bei schlechter Beleuchtung des Arbeitstisches und häufigem Lesen und Schreiben im Zwielicht; stundenlangem Klavierspiel usw. Wesentlichen Vorschub leistet bei alledem beginnende oder ausgebildete Kurzsichtigkeit.

Die schlechte vornübergebeugte Haltung des runden Rückens in ihren verschiedenen Graden ist in unteren Schulen außerordentlich häufig und nimmt mit den Schuljahren an Häufigkeit zu. Ihrer Entstehung vorzubeugen oder den schon vorhandenen Haltungsfehler zu bekämpfen ist ein wichtiges Ziel des Schulturnens. Auf die hier zu ergreifenden gymnastischen Maßnahmen werden wir in einem besonderen Kapitel zurückkommen.

Fig. 84. Runder Rücken.

An dieser Stelle sei nur bemerkt, daß die beliebten „Geradhalter" beim runden Rücken unnütz sind, wenn die Kräftigung der Streckmuskeln des Rückens durch straffe Übung vernachlässigt und damit die Wurzel des Übels nicht behoben wird.

Neben den sonstigen Maßnahmen im Schulleben zur Verhütung schlechter Haltung beim Lesen und namentlich beim Schreiben sind an der Tischkante leicht anzubringende Vorrichtungen, wie die Schreibstütze zum Auflegen des Kinns von Soennecken, oder ein Stirnrahmen (Staffel; Kollmann) von Nutzen (Fig. 85). Man hat auch die Schüler kleine Blechringe auf dem Kopf während des Schreibens tragen lassen, die jedesmal beim Vornüberbeugen des Kopfes herabfallen und nur bei gerader Haltung ihren Platz behalten. Solche Blechringe hat Direktor Lorenz in Quedlinburg als „Geradzwinger" an seiner Schule eingeführt. –

Fig. 85. Stirnrahmen.

Bei höheren Graden des runden Rückens der Jugend sind neben der erzieherisch-turnerischen Behandlung besondere orthopädische Turnstunden unter ärztlicher Beaufsichtigung angezeigt.

Runder Arbeitsrücken.

b) Der runde Arbeitsrücken. Schwere körperliche Arbeit, die vorwiegend in gebückter Stellung ausgeführt wird, Hantieren mit mächtigem Werkzeug, häufige Überanstrengung der Muskeln des Schultergürtels und der Arme führt langsam

beim gereiften Manne zu einer dauernden Rückwölbung der oberen Brustwirbelsäule: dem Arbeitsbuckel. Die Arbeitsfähigkeit wird dadurch nicht beeinträchtigt (Fig. 86).

Vielfach hat man das im Übermaß betriebene Gerätturnen, namentlich am Barren, beschuldigt, solch hohen Rücken zu erzeugen. An sich ist diese Möglichkeit nicht zu bestreiten, ebensowenig die Tatsache, daß zahlreiche Turner in den Männerturnvereinen diese Haltung zeigen. Jedoch darf nicht übersehen werden, daß die Mehrzahl der Vereinsturner aus Handwerkern und Arbeitern besteht; mithin wird in den gedachten Fällen die tägliche schwere Berufsarbeit wohl in erster Linie als verbildende Ursache anzuschuldigen sein.

Fig. 86. Der runde Arbeitsrücken.

Weit eher scheint die schlechte Haltung beim schnellen Radfahren geeignet, in dieser Richtung schädlich zu wirken. Nur bei mäßiger Geschwindigkeit vermag der Radfahrer in guter Haltung zu fahren, falls Sattel, Lenkstange und Pedale in ihrer Lage den Körperverhältnissen des Fahrenden entsprechen, und eine gute Haltung überhaupt gestatten. Nur zu oft ist dies nicht der Fall, und die Haltung der Radfahrer ist dann stets, auch bei langsamerem Fahren, eine schlechte. Bei schnellerem Fahren wird aber jeder Radfahrer, durch die Unmöglichkeit, gegen den Druck der Luftschicht vor dem Haupte auszuatmen, gezwungen, das Gesicht zu senken. In geradezu horizontale Lage wird die Achse des Kopfes gesenkt beim schnellsten Fahren oder beim Fahren gegen den Wind. Dazu kommt noch das instinktive Bestreben, durch die vornübergebeugte Haltung dem Winde möglichst wenig Angriffsfläche zu bieten und den Widerstand der Luft möglichst zu verringern (Fig. 87).

Mag beim kräftigen Erwachsenen die häufigere oder doch nur zeitweise Annahme solcher vorgebeugter Haltung keine dauernde Wirkung auf die Form der Wirbelsäule und damit auf die gesamte Körperhaltung mehr haben: beim noch wachsenden Knaben oder Mädchen liegt diese Gefahr aber sicherlich vor. Verallgemeinerung des Radfahrens schon in früher Jugend ist zweifellos gleichbedeutend mit Verallgemeinerung schlechter, vornübergeneigter Körperhaltung.

Fig. 87.

Runder Greisenrücken.

c) Der Vollständigkeit halber sei noch der **runde Greisenrücken** erwähnt, eine Folge der durch das zunehmende Alter bedingten Muskelschwäche und des Schwundes der Zwischenwirbelscheiben, welcher die Wirbelsäule einsinken macht (Fig. 88). Bei alten Frauen vermag das Korsett — dem man hier ausnahmsweise etwas Gutes nachsagen kann — diese Alterserscheinung durch die Stütze, welche es der Wirbelsäule verleiht, mehr hintanzuhalten. Greisinnen bewahren deshalb meistens länger eine schöne Haltung als Greise. —

Fig. 88. Der runde Greisenrücken.

Die weiteren Formen der Verbiegungen und Knickungen der Wirbelsäule in der Richtung von vorn nach hinten — Lordose oder Einbiegung der Wirbelsäule und Kyphose oder Buckel —, wie sie infolge von Wirbelerkrankungen, Erkrankung des Hüftgelenkes, Lähmungen usw. entstehen, fallen lediglich der ärztlichen Fürsorge anheim.

§ 48. Die seitliche Rückgratsverkrümmung.

Seitliche Rückgratsverkrümmung. Vorübergehende seitliche Verkrümmung.

1. Vorübergehende seitliche Rückgratsverkrümmung.

Der Umstand, daß das Kreuzbein als Träger der Wirbelsäule in das Becken fest eingekeilt ist, bewirkt, daß bei Neigung des Beckens um die quere Hüftbeinachse, wie das aufrechte Gehen und Stehen es erfordert, die Lendenwirbelsäule sich nach oben umbiegen muß. Wir sahen, daß diese Umbiegung schließlich zu einer dauernden wird.

Neigt sich das Becken dagegen um eine von vorn nach hinten gelegte Achse, welche die quere Achse im rechten Winkel schneidet, so kommt das eine Hüftgelenk höher zu liegen. Das Kreuzbein wird dann natürlich aus der senkrechten Richtung in eine schiefe gebracht, und die ganze Wirbelsäule würde dieser schiefen Richtung (c d in Fig. 89) folgen, der Körper seitlich umfallen, wenn nicht die Lendenwirbelsäule eine Umbiegung nach der entgegengesetzten Richtung (e f, Fig. 89) erführe. Eine zweite Krümmung oder Gegenkrümmung (zuweilen noch eine abermalige Gegenkrümmung weiter oben) bewirkt, daß der die Wirbelsäule krönende Kopf in die senkrechte Linie über die Beckenmitte gebracht und das Gleichgewicht hergestellt wird.

Fig. 89 und 90. Seitliche Rückgratsverkrümmung bei Schiefstellung des Beckens. S Schwerlinie; K Kopf; Hw Halswirbelsäule; Br Brustwirbelsäule; Lw Lendenwirbelsäule; Kr Kreuzbein; B Becken; a b quere Hüftgelenkachse; Sk Oberschenkelkopf.

Eine solche Schiefstellung des Beckens mit ihren Folgen tritt in der Ruhestellung namentlich ungemein oft dadurch ein, daß der Körper nur auf einem Beine ruht, während das standfreie oder „Spielbein" leicht gebeugt neben das Standbein gestellt wird (Fig. 91): bald mehr in der Richtung nach vorn, bald mehr nach hinten oder seitlich oder endlich, indem das Spielbein das Standbein kreuzt. In jedem dieser Fälle wird aber die Körperlast nicht gänzlich auf das Standbein übertragen, wie es dann der Fall ist, wenn das standfreie Bein vom Boden abgehoben und gar für sich bewegt wird (so bei den früher beschriebenen Gleichgewichtsübungen), sondern ein kleiner Bruchteil der Körperlast wird vom Spielbein übernommen.

Obschon das Stehen auf einem Bein ermüdender ist als das Stehen gleichzeitig auf beiden Beinen, so ist beim Ruhestand doch das Stehen auf einem Bein die gewöhnlichere Stellung. Bei dem Befehl „Rührt euch!" wird daher fast stets das eine Bein entlastet und leicht vor oder seitlich gestellt. Tritt Ermüdung des Standbeines ein, so wird gewechselt: die Körperlast überträgt sich auf das bisher standfreie Bein, während das ermüdete Bein in der Stellung als Spielbein sich ausruhen kann. Da nun das Standbein ganz gestreckt ist, das standfreie oder Spielbein aber in Hüft- und Kniegelenk gebeugt, mithin kürzer als das Standbein ist, so kann das standfreie Bein nur dann den Boden mit dem Fuß erreichen, wenn die betreffende

Beckenseite mit dem Hüftgelenk gesenkt, das Becken also schief gestellt ist. Damit ist beim Stehen mit vorwiegender Übertragung der Körperlast auf ein Bein die Notwendigkeit einer vorübergehenden seitlichen Rückgratsverkrümmung gegeben.

Diese vorübergehende seitliche Rückgratsverkrümmung wird zu einer dauernden, wenn die Verkürzung des einen Beins keine zufällige, durch die Art der Stellung bedingte, sondern eine stetig vorhandene ist (s. u. statische Skoliose).

In gleicher Weise wird Schriftstellung des Beckens bewirkt und damit entsprechende seitliche Krümmung der Wirbelsäule, wenn der Sitz ein schräger ist. Dies tritt bei Mädchen in der Schule dann z. B. häufig ein, wenn beim Eintreten in die enge Schulbank die Röcke nach der entgegengesetzten Seite zusammengefaßt und so beim Sitzen wie ein Wulst unter die eine Hinterbacke geschoben werden.

Es kann ferner beim Sitzen die Körperlast vorzugsweise auf einen Sitzknorren übertragen werden, ähnlich wie beim vorwiegenden Stand auf einem Bein, und dadurch Schiefstellung des Beckens entstehen (Fig. 92). Gewöhnlich ist

Fig. 91. Krümmung der Wirbelsäule beim Ruhen des Körpers auf einem Bein. Die Schwerlinie ist punktiert.

Fig. 92. Seitliche Rückratsverkrümmung bei Sitz nur auf dem linken Gesäß.

Fig. 93. Krümmung der Wirbelsäule bei einseitiger Belastung durch Schulmappe.

es der linke Sitzknorren, auf den so die Schwerlast des Körpers übertragen wird, um den rechten Arm und die rechte Hand beim Schreiben freier führen zu können.

Nun ist aber nicht ausschließlich die Schiefstellung des Beckens Ursache seitlicher ausgleichender Rückgratsverkrümmung, sondern derartige Einflüsse können von verschiedenen Stellen der Wirbelsäule aus wirksam sein. Es seien genannt:

a) Einseitige Belastung des Körpers. Bei solcher ist, wie oben schon erwähnt, Herstellung des Gleichgewichts nur möglich durch seitliche Umbiegung der Wirbelsäule nach der unbelasteten Seite hin. Dabei ist gleichgültig, ob die Last auf den Schultern hoch getragen wird, oder am herabhängenden Arm — hier ist namentlich an das Tragen schwerer Schulmappen bei Mädchen zu erinnern (Fig. 93) — oder ob die Last (z. B. bei Schülern eine Büchertasche oder ein mit umgeschnalltem

Riemen zusammengehaltener Stoß von Büchern) im Ellbogenwinkel des gebeugten Armes mit Aufstützen auf den Beckenrand in der Hüftseite getragen wird.

b) Seitliche Neigung des Kopfes. Diese bedingt, namentlich, wenn sie auch noch mit Drehung des Kopfes verbunden ist, seitliche Krümmung der Hals- und entsprechende Gegenkrümmung der Brustwirbelsäule. Aus diesem Grunde kann die Kopfhaltung beim Lesen und Schreiben mit zur Entstehung von seitlichen Rückgratsverkrümmungen im Schulalter beitragen.

c) Seitliches Anlehnen des Körpers mit Schulter oder Arm. Eine Biegung des Rückgrats erfolgt, wenn der Rumpf im Sitzen nach einer Seite hin sich neigt und durch Anlehnen mit der Schulter Halt gewinnt. Das ist z. B. der Fall, und sei als Entstehungsursache für seitliche Rückgratsverkrümmung hier erwähnt, bei dem kleinen Kinde, welches von der Mutter auf dem Unterarm sitzend getragen wird, wobei sich das Kind an Oberarm und Brust der Mutter mit dem Rumpfe anlehnt (Fig. 94). Auch Schlafen auf unzweckmäßiger Unterlage, gewohnheitsmäßig stets auf derselben Seite kann dauernde Verbiegung bewirken.

Fig. 94.

Ist ein Arm erhoben und gegen einen festen Gegenstand an- oder aufgelehnt, so biegt sich die Wirbelsäule im Brustteil nach dem aufstützenden Arme zu aus, während im Lendenteil entsprechende Gegenkrümmung erfolgt. Dies ist namentlich bedeutsam für die oft beliebte Schreibhaltung, bei welcher der rechte Arm mit dem Ellbogen auf dem Tische aufgestützt ist, während der linke Arm sich nur mit der Hand auf die Tischplatte stützt und der linke Ellbogen tiefer als die Tischplatte sich befindet.

Dauernde seitliche Rückgratsverkrümmung oder Skoliose.

2. Dauernde seitliche Rückgratsverkrümmung oder Skoliose.

Unter Skoliose versteht man eine oder mehrere seitliche Ausbiegungen der Wirbelsäule, welche auch nach Einnahme einer möglichst geraden Haltung nicht wieder verschwinden. Diese Ausbiegungen sind meist mit einer kleinen Drehung der Wirbelkörper um ihre Achse nach der konvexen Seite der Ausbiegung hin verbunden. Ist nur eine einzige seitliche Krümmung vorhanden, was beim Beginn der Verbildung gewöhnlich der Fall, so spricht man von einer einfachen Rückgratsverkrümmung. Treten eine oder mehrere Gegenkrümmungen hinzu, so spricht man von einer zusammengesetzten Rückgratsverkrümmung.

Mannigfache krankhafte Störungen können Ursache solcher Skoliosen sein. Die weitaus häufigsten Formen entwickeln sich aber infolge von ungleichartiger Belastung der Wirbelsäule, sei es, daß diese Belastung — und das ist die schulhygienisch wichtigste Form — durch gewohnheitsmäßig schlechte Haltung, namentlich beim Sitzen eine ungleichartige wird und allmählich zur dauernden Entstellung führt: habituelle Skoliose; sei es, daß Knochenerkrankung die Wirbelsäule nachgiebig gegen den Belastungszug gemacht hat: rachitische Skoliose; sei es, daß durch Schiefstand der queren Beckenachse bei ungleicher Länge der Beine sich die Lendenwirbelsäule entsprechend krümmt: statische Skoliose.

Statische Skoliose.

a) Statische Skoliose oder: seitliche Rückgratsverkrümmung bei ungleicher Beinlänge. Besteht aus irgend einer Ursache — ungleiches Wachstum der Beine; frühere Gelenk- oder Muskelerkrankung an einem Bein usw. — eine dauernde Ungleichheit in der Länge beider gestreckten Beine, so liegt beim geraden Stehen

das Hüftgelenk des längeren Beins höher als das des kürzeren; Hüftachse und Becken stehen schief, und der Rumpf würde sich nach der Seite des kürzeren Beins hinneigen und umfallen, wenn nicht die Wirbelsäule im Lendenteil sich entgegengesetzt umböge, so daß der Kopf wieder senkrecht über die Beckenmitte gebracht wird (Fig. 95).

I II

Fig. 95. Entstehung von Rückgratsverkrümmung bei ungleicher Beinlänge (Statische Skoliose). In I gerade Wirbelsäule bei gleicher Beinlänge. In II ist das rechte Bein länger, die durch die Hüftgelenke gelegte Achse steht schief, und die Wirbelsäule zeigt entsprechende Biegungen.

Die Ungleichheit der Beine braucht dazu nicht so groß zu sein, um sichtlich einen hinkenden Gang zu veranlassen. Jedenfalls ist diese Form der seitlichen Rückgratsverbiegung häufiger, als man bisher annahm. So fand Staffel in 230 Fällen das linke Bein etwas verkürzt. Dies fordert dazu auf, bei allen Rückgratsverkrümmungen die Beinlängen genau zu messen. Mir selbst sind wiederholt Fälle vorgekommen, bei denen fruchtlos gymnastische Behandlung angewendet war – bis genaue Messung das Bestehen ungleicher Beinlänge erwies. Zum Nachweis solcher Ungleichheiten sind folgende gut durch die Haut fühlbare Knochenpunkte zu vergleichen: vorderer oberer Darmbeinstachel; großer Rollhügel; Köpfchen des Wadenbeins; äußerer und innerer Fußknöchel.

Bei Schiefstand des Beckens finden sich die an jedem Körper gut sicht- und durchfühlbaren vorderen Darmbeinstachel niemals in einer horizontalen Linie, wenn der Körper in Grundstellung gerade gestellt ist. Der Darmbeinstachel auf der Seite des verkürzten Beins steht tiefer. Erst wenn man nun unter den Fuß des verkürzten Beins ganz dünne Brettchen oder Scheiben von Pappe aufeinanderlegt, gelingt es, die gesenkte Beckenseite allmählich so weit zu heben, daß die beiden vorderen oberen Darmbeinstachel genau in einer Horizontalen stehen. Die Höhe der untergelegten Brettchen oder Pappscheiben gibt dann den Grad der Verkürzung des Beins und zugleich an, um wieviel durch Sohleneinlage in dem betreffenden Schuh das verkürzte Bein zu verlängern ist, damit die Ungleichheit behoben werde. Dann wird auch mit Wegfall der Ursache die Verkrümmung des Rückgrats verschwinden – falls nicht das Übel schon lange Jahre unerkannt besteht und Veränderungen der Bänder und Knochen Versteifung der Wirbelsäule herbeigeführt hat, die noch besondere ärztliche Maßnahmen erheischt. –

Halbseitige Lähmung.

Zur statischen Skoliose kann man noch rechnen die Skoliose bei halbseitiger Lähmung oder Schwäche der Muskulatur einer Körperhälfte. Diese Fälle sind namentlich bei neuropathisch belasteten Kindern gar nicht so selten, wie mich langjährige Beobachtung bei Kindern der Hilfsschule gelehrt hat. –

Rachitische Skoliose.

b) Rachitische Skoliose. Diese Form von Verkrümmung tritt infolge von Rachitis oder englischer Krankheit meist in den ersten Kinderjahren vor dem Schulalter auf. Sie fällt, abgesehen von ganz leichten Fällen, lediglich der ärztlichen Fürsorge anheim.

Habituelle Skoliose.

c) Habituelle Skoliose oder: seitliche Rückgratsverkrümmung aus gewohnheitsmäßiger fehlerhafter Haltung. Von allen nicht angeborenen Verbildungen am Körper ist – mit Ausnahme der Verunstaltung der Füße durch die Fußbekleidung sowie der Verunstaltung des Rumpfes durch das Korsett – diese wohl die häufigste. Genaue schulärztliche Erhebungen, durch Jahre fortgesetzt, haben ergeben, daß durch-

schnittlich etwa 7 – 10 % der in die Schule eintretenden Kinder bereits seitliche Rückgratsverkrümmungen aufweisen. Es hat sich ferner herausgestellt, daß während der Schulzeit diese Anfangsziffer bis auf das 3fache anwächst.

So fanden Scholder, Weith und Combe in Lausanne bei 2314 Kindern 24,6 % mit Skoliose, wozu noch 5,8 % kommen mit Kyphose (runde Rücken) und Lordose. Von den 8jährigen Schülern waren es 7,8 % Knaben und 9,7 % Mädchen, bei den 16jährigen 33,6 % Knaben und 26,8 % Mädchen. – Auch Krug in Dresden fand Skoliose bei einer höheren Zahl von Knaben, nämlich 26 %, während 22,5 % Mädchen skoliotisch waren (Zahl der untersuchten Kinder 1418). Sonst findet man allgemein häufiger Skoliose bei Mädchen. W. Meyer in Fürth fand unter 336 Mädchen nur 147 fehlerfrei (43,65 % im 7. Lebensjahr, 70,9 % im 13. Lebensjahr).

Ich selbst stellte bei den – allerdings vielfach kränklichen – Kindern der Bonner Hilfsschule Skoliose bei 34,3 % Knaben und 43,4 % Mädchen fest (Gesamtziffer der Untersuchungen von 6 Jahren). In einer anderen Bonner Volksschule fand ich 1906

Skoliose bei	13,1 %	der Knaben	32,6 %	der Mädchen
runden Rücken	17,5 %	„ „	15,2 %	„ „

Die Unterschiede in den Angaben beruhen vielfach darauf, ob ganz leichte Verbildungen mitgezählt wurden, oder nur ausgeprägte Skoliosen. Der Schularzt Dr. Poelchau in Charlottenburg fand bei den Schulneulingen in den Jahren 1902 bis 1905 52,1 % Knaben und 59,3 % Mädchen, die er als „Rückenschwächlinge" bezeichnete, d. h. Kinder mit „Schlaffheit der Muskulatur des Rückens, Abstehen und Tiefstand der Schulterblätter und geringer Verbiegung der Wirbelsäule".

Aus alledem geht hervor, daß kein Gebiet der Körpermuskulatur in der turnerischen Erziehung einer so eingehenden Fürsorge bedarf als die Muskeln des Rückens und daß diejenigen Übungen, welche die Körperhaltung dauernd zu bessern und zu sichern imstande sind, grundsätzlich der eingehendsten Pflege im geregelten Schulturnen bedürfen. –

Die Angaben darüber, ob die Verkrümmung im Brustteil der Wirbelsäule häufiger nach links oder nach rechts besteht, sind widersprechend.

Daß die Haltungstypen des flachen Rückens sowie des runden Rückens der Jugend, weil meist mit Muskel- sowie Willensschwäche verbunden, besonders leicht zu seitlichen Rückgratsverkrümmungen führen, ist oben bereits angeführt.

Entstehung der habituellen Skoliose.

Als die eigentliche Gelegenheitsursache der seitlichen Rückgratsverkrümmung sieht man aber allgemein fehlerhafte Haltung beim Schreiben in der Schulbank wie am häuslichen Arbeitstische an. Schlechte Haltung beim Lesen und Zeichnen sowie bei feineren Handarbeiten kommt noch hinzu. Die Skoliose ist daher auch geradezu als „Schulkrankheit" oder als „Sitzkrankheit" bezeichnet worden.

Im einzelnen ist zu bemerken:

1. Fehlerhafte Schreibhaltung mit Drehung und Seitenbeugung des Kopfes bei überschräger Mittellage oder bei starker Rechtslage des Schreibheftes bewirkt leicht eine Drehung des Oberkörpers, d. h. der Brustwirbelsäule gegen das Becken. Gleichzeitig entsteht dabei leichte Krümmung der Hals- und Gegenkrümmung der Brustwirbelsäule.

2. Noch leichter stellt sich beim Schreiben nicht nur Drehung, sondern auch Verkrümmung der Wirbelsäule ein, wenn beim Schreiben der eine Arm (gewöhnlich der schreibende rechte) höher liegt als der andere. Dabei wird auch noch meist die Rumpflast nur auf das linke Gesäß übertragen, um den rechten Arm freier zu haben.

3. Bei Mädchen wird solche Haltung in ihren Folgen noch dadurch verstärkt, daß beim Sitzen die Röcke nach einer Seite unter Gesäß und Schenkel zusammengeschoben werden (Schiefstand des Beckens durch Sitz auf geneigter Sitzfläche).

4. Zu alledem kommt noch als erschwerender Umstand hinzu, daß bei anhaltendem Sitzen die Rückenmuskulatur ermüdet, und die Wirbelsäule dadurch nur um so leichter zusammensinkt.

Kurz: schlechtes überlanges Sitzen auf schlechter Schulbank erzeugt — zunächst vorübergehend, schließlich dauernd — die typische Form der seitlichen Rückgratsverkrümmung, selbst wenn für die oberflächliche Betrachtung das Kind noch leidlich gerade zu sitzen scheint.

Wird eine solche falsche Schreibhaltung täglich eine Anzahl von Stunden eingenommen, so stellen sich allmählich bestimmte Veränderungen in den Wirbelkörpern und deren Bändern ein. Eine gewisse Weichheit der Knochen, wie sie bei schnellwachsenden und schwächlichen Kindern die Regel ist, begünstigt diese Änderung. Auch die Muskeln längs der Wirbelsäule werden mitbeteiligt. An der konvexen Seite der zunächst nur zeitweiligen Ausbiegung werden sie gedehnt, und nehmen, wie klinische Beobachtungen zeigen, oft an Umfang zu, während sie an der konkaven Seite entspannt bleiben und infolge Nichtgebrauchs zu schrumpfen beginnen. Man hat allerdings auch das Gegenteil beobachtet: nämlich, daß die Muskeln der konkaven Seite sich verkürzen und stark gespannt bleiben, so die Verbiegung unterhaltend.

Jedenfalls ist das Gleichgewicht zwischen den Rückenmuskeln ein gestörtes. Da diese Muskeln — um schwächliche Kinder handelt es sich ja vorzugsweise — ohnehin schlaff sind, so vermögen sie nur im Beginn der entstehenden Verbildung durch ihre Zusammenziehung die Krümmung selbsttätig wieder auszugleichen und die Geradestreckung der Wirbelsäule wiederzugewinnen. Später ermüden sie bald bei dem Versuche; immer wieder sinken die Kinder in die fehlerhafte Haltung zurück und sind sich schließlich deren gar nicht mehr bewußt. Die Verkrümmung ist so eine *dauernde* geworden.

Zwei verbildende Ursachen waren mithin gleichzeitig wirksam: die einseitige Belastung der Wirbelknochen und die Ermüdung der Rückenmuskeln.

Man hat demgemäß 3 Stufen der Erkrankung unterschieden:

I. Ein Ausgleich der Krümmung ist durch willkürliche Muskeltätigkeit noch möglich.

II. Die Wirbelsäule kann aktiv durch gewollte Muskeltätigkeit nicht mehr gestreckt werden, aber sie ist noch beweglich; die Krümmung läßt sich passiv (z. B. durch Zug oder im Hang) ausgleichen.

III. Die gekrümmte Wirbelsäule ist hinsichtlich der seitlichen Ausbiegung fast ganz unbeweglich geworden und versteift. Durch Zug ist sie nicht mehr gerade zu strecken.

§ 49. Erkennung der seitlichen Rückgratsverkrümmung.

Die Bekämpfung der seitlichen Rückgratsverkrümmung ist um so leichter und aussichtsvoller, in je früherem Zeitpunkte der Erkrankung eingegriffen wird. Dazu ist es nötig, daß die Verbildung möglichst in ihrem ersten Beginn erkannt wird. Lehrer und Turnlehrer oder Lehrerinnen sollten hierfür ein geschärftes und geschultes Auge haben, um imstande zu sein, die Eltern des betreffenden Kindes frühzeitig auf die entstehende Verkrümmung aufmerksam zu machen (Fig. 96, vergl. dazu Fig. 71).

Erste Anzeichen beginnender Rückgratsverkrümmung.

Das erste auffällige Zeichen bei Betrachtung des entkleideten Rückens ist gewöhnlich die „hohe Schulter". Das Schulterblatt derjenigen Seite, nach welcher hin sich die Verbiegung im Brustteil der Wirbelsäule richtet, tritt stärker nach hinten vor. Namentlich stark markieren sich der innere Rand und die Spitze des betreffenden Schulterblattes. Es steht außerdem von der durch die Reihe der Dornfortsätze der Wirbelsäule gehenden Linie (bei sehr mageren Kindern ist diese ohne weiteres sichtbar, andernfalls ist sie durch Überfahren mit der Fingerspitze, welches für einige Minuten eine gerötete Linie auf der Haut zurückläßt, leicht kenntlich zu machen) etwas weiter entfernt als das Schulterblatt der anderen Seite.

Fig. 96. Beginnende Rückgratsverkrümmung n. rechts. a a_1, die beiden (ungleichen) Taillendreiecke.

Weiterhin treten Ungleichheiten in den Seitenkonturen des Rumpfes auf. Handelt es sich z. B. um eine beginnende Verkrümmung im Brustteil nach rechts (der sich dann Gegenkrümmung im Lendenteil nach links später anschließt), so vertieft sich die Einbiegung der Flanke oder der Taille auf der rechten Seite, und die rechte Hüfte tritt mehr vor. Am besten lassen sich diese Ungleichheiten erkennen durch genauen Vergleich der beiderseitigen „Taillendreiecke", d. h. der freien Räume, die beiderseitig von dem inneren Rand der genau gleichmäßig herabhängenden Arme und dem Seitenrand des Rumpfes gebildet werden. Im gedachten Falle wird das linke Taillendreieck kleiner, flacher und weniger in die Länge gezogen erscheinen als das rechte, bei welchem die angeführte Einbiegung der Taille sich bemerkbar macht.

Fig. 97 und 98. Mehr fortgeschrittene Skoliose.

Geht die Verkrümmung weiter, so verschiebt sich fernerhin der ganze Rumpf gegenüber dem Becken nach rechts, so daß dann der zwanglos herabhängende rechte Arm nicht mehr den Oberschenkel berührt, sondern frei in der Luft pendelt. Das rechte Taillendreieck ist dann nicht mehr geschlossen, sondern nach unten offen; es ist dann aber auch nicht mehr die rechte, sondern die linke Hüfte, welche vortritt. (Fig. 97 u. 98).

Bevor aber die Verbiegung diesen Grad erreichte, war sie auch schon direkt erkennbar, sei es durch bloßen Anblick, sei es durch Abtasten der Reihe der Dornfortsätze. Im ersten Beginn, wo die hohe Schulter und die Ungleichheit der Taillendreiecke die ersten sicheren Zeichen boten, brauchte das noch nicht der Fall zu sein: Die Wirbelsäule schien für das Auge oder den tastenden Finger noch gerade zu verlaufen.

§ 50. Vorbeugende Maßnahmen gegen Haltungsfehler im Schulunterricht.

Zur Bekämpfung von Haltungsfehlern und Rückgratsverkrümmungen bei der Schuljugend sind vor allem die vorbeugenden Maßnahmen wichtig. Es handelt sich da erstens um Verhütung der Ermüdung der Rückenmuskeln durch die Sitzhaltung und Fürsorge für gute Haltung beim Lesen und Schreiben und zweitens um aktive Maßnahmen, d. h. um geeignete körperliche Erziehung und Übung.

+ =Distanz
O-Distanz
Differenz
— =Distanz

Fig. 99.

Zur Erzielung einer guten Haltung beim Lesen und Schreiben ist zunächst notwendig eine zweckmäßige Gestaltung der Schulbank.

Die Anforderungen an eine richtig gebaute Schulbank sind folgende:

Schulbank. 1. Der Sitz oder der Abstand des Sitzbrettes vom Boden soll so hoch sein, daß bei senkrecht herabhängendem Unterschenkel der Fuß mit der ganzen Sohle dem Boden aufruht.

Das Sitzbrett soll so breit sein, daß mindestens $^3/_4$ der Oberschenkellänge beim Sitzen aufruht. Es soll nach hinten etwas geneigt und der natürlichen Wölbung der Gesäßgegend entsprechend leicht ausgehöhlt sein.

2. Die Sitzlehne wird verschieden gestaltet. Insoweit sie bestimmt ist der Kreuz- oder Lendengegend Stütze zu geben auch beim Schreiben, spricht man von Kreuz- oder Lendenlehne. Die Rücken- oder Schulterlehne dagegen gestattet Halt beim freien bequemen Aufrechtsitzen während des Lesens oder einfachen Zuhörens. Man bevorzugt heute eine um 10—15° rückwärts geneigte Rückenlehne, die aber einen sogen. Lendenbausch besitzt entsprechend der Kreuzlehne. Der Lendenbausch dient also als Kreuzstütze beim Schreiben, während der obere hohe Teil der Sitzlehne in den Schreibpausen die Wirbelsäule und die Rückenmuskeln entlastet.

3. Die Tischplatte soll ein wenig geneigt und so breit sein, daß sie beim Schreiben auf den untersten Zeilen einer Heftseite immer noch genügend die Hand stützt.

4. Wichtig ist die gegenseitige Stellung von Tisch und Sitz. Hier ist zu unterscheiden:

a) der Abstand zwischen den Senkrechten der inneren Tischkante und der vorderen Sitzkante, oder die „Distanz“. Besteht zwischen diesen beiden Senkrechten

ein Abstand, so bezeichnen wir dies als Plus-Distanz; fallen die beiden Senkrechten zusammen, so nennen wir dies Null-Distanz; überragt die innere Tischkante die vordere Bankkante, so haben wir eine Minus-Distanz (Fig. 99). Die Plus-Distanz führt am ehesten zu schlechtem Sitz und ist daher überhaupt zu verwerfen. Für das Lesen ist eine Null-Distanz am geeignetsten. Für das Schreiben fördert die Minus-Distanz am meisten eine gute Geradehaltung; jedoch darf die Minus-Distanz nicht zu groß sein, weil sonst der Schüler leicht dazu verführt wird, die Brust wider die Tischkante anzupressen. — Um zweierlei Distanzen für Lesen wie Schreiben bei der Schulbank zu ermöglichen, hat man entweder die Tischplatte oder den Sitz in der Richtung von vorn nach hinten beweglich gemacht. Solche Distanzveränderung hat aber — so sinnreich auch bei manchen der zahlreichen Schulbanksysteme der betreffende Mechanismus erdacht ist — für die Handhabung beim Unterrichte doch manche unleugbare Übelstände. Es wird daher vielfach eine unbewegliche Distanz — also die gleiche für Lesen wie für Schreiben — bevorzugt, und zwar die Null-Distanz. Eine solche hat z. B. die in Deutschland besonders stark verbreitete Schulbank nach Rettig.

b) Die Höhe der schrägen Tischplatte über dem Sitzbrett (Sitzraumhöhe) oder die „Differenz". Die Differenz soll so beschaffen sein, daß der Schreibende weder die Schultern beim Schreiben zu heben, noch den Kopf oder die Arme zu senken braucht. Im allgemeinen empfiehlt sich als Höhe der Tischplatte über dem Sitz die Entfernung des Sitzknorrens von der Ellbogenspitze bei senkrecht herabhängendem Oberarme (17% der durchschnittlichen Körpergröße).

Fig. 100. Maße der Schulbank. ab = Sitzhöhe. ef = Sitzraumhöhe oder Differenz. gh = Sitzraumtiefe.

d) Der Lehnenabstand oder die Sitzraumtiefe. Diese muß so beschaffen sein, daß der Schüler beim Schreiben den Stütz gegen die Kreuzgegend durch die Kreuzstütze nicht verliert. Man rechnet für die Sitzraumtiefe 19% der durchschnittlichen Körperhöhe.

Nicht minder wichtig als die Gestaltung von Sitzbank und Tisch sind für eine gute Schreibhaltung die Lage des Schreibheftes und vielleicht auch die Richtung der Schrift.

Was die Heftlage betrifft, so soll das Schreibheft jedenfalls vor der Körpermitte und nicht rechts seitlich liegen. Bei schräger Schriftrichtung soll auch das Heft entsprechend schräge gerichtet sein, bei Steilschrift dagegen gerade.

Steilschrift.

Die Steilschrift, bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts die allgemeine Schriftart, und auch heute noch vereinzelt in Anwendung, hat neuerdings sowohl im Interesse einer guten geraden Schreibhaltung, wie namentlich zur Schonung der Augen, wieder eifrige Befürworter gefunden. Sie ist demgemäß auch in einer Anzahl von Schulen probeweise zur Einführung gelangt, während z. B. in Nordamerika Steilschrift ausschließlich an den Schulen in Gebrauch ist. — Mir scheinen die Vorzüge der Steilschrift nicht nur hinsichtlich der Klarheit der Schrift, sondern vor allem in bezug auf die Schreibhaltung ganz unbestreitbar, nur das steht ihr entgegen, daß

sie nicht so schnell zu schreiben gestattet, wie die liegende Schrift, und das fällt in unserem „tintenklecksenden Säkulum" schwer ins Gewicht! —

Selbstverständlich ist es Aufgabe des Lehrers und der Lehrerin auf gute Haltung der Kinder beim Lesen und Schreiben unausgesetzt zu achten, nur muß man sich dessen bewußt sein, daß gegenüber ermüdeten Rückenmuskeln bei schwächlichen Kindern die ewige Ermahnung zum Geradesitzen nichts helfen kann.

Kurzstunde.

Denn auch die allerbeste Schulbank taugt nichts, wenn die Kinder zu lange hintereinander darin sitzen müssen.

Wo der Franzose das Wort „lection", der Engländer „lesson" gebraucht — haben wir leider nur unser Wort „Stunde", und die Stunde hat nun einmal 60 Minuten. Die geistige und körperliche Abspannung der Schwächlinge unter unseren Schülern nicht nur, sondern auch der Mittelkräftigen hat ganz unabwendbar dazu geführt, die Schulstunde abzukürzen zur „Kurzstunde" von 50 oder 45 Minuten, und jeder Schulstunde eine Pause von 10—15 Minuten folgen zu lassen, die zum Tummeln auf dem Spielhof und damit zur Entspannung der Rückenmuskeln auszunutzen ist. Auf die Vorzüge, welche das für die Atmungs- und Kreislauforgane bei jedem Kinde — und für die Auslüftung der Schulzimmer hat, will ich hier nicht weiter eingehen.

Übungen in und zwischen den Schulstunden.

Ebenso wichtig ist es für die Schonung und Entspannung wie auch geeignete Übung der beim Lesen und Schreiben anhaltend zur Aufrechterhaltung des Körpers angespannten Rückenmuskeln, wenn zeitweilig die Sitzhaltung unterbrochen wird durch gerades Aufrichten und Anstellung einiger Freiübungen — Arm- und Rumpfbewegungen. Es ist dabei für Zufuhr frischer Luft zu sorgen. Dagegen ist die Vornahme eigentlicher Atemübungen in verdorbener Schulluft zu verwerfen. Solche gehören ins Freie und allenfalls bei schlechter Witterung in einen gut durchlüfteten Vorflur.

Belastung durch Schulmappe.

Unter die vorbeugenden Maßregeln gehört endlich auch die Verhinderung einseitiger Belastung auf dem Schulwege durch das Tragen schwerer Schultaschen — ganz unglaublich schwere Schulmappen schleppen oft die Mädchen höherer Töchterschulen, namentlich wenn zu den Schulstunden auch noch Musikstunden hinzukommen — und in Riemen geschnallter Stöße von Büchern. Hier ist unbedingt der Gebrauch von Rückentornistern zu fördern. Doch dürfen auch diese nicht allzustark bepackt werden.

§ 51. Vorbeugende Maßnahmen gegen Haltungsfehler durch die körperliche Erziehung auf der Schule.

Ebenso wichtig als die Verhütung direkter Schädigung durch das Schulleben ist alles das, was zur Erhöhung der Widerstandskraft des Körpers gegen jene schädigenden Einflüsse und zur Erzielung einer schönen Körperhaltung zu geschehen hat.

Allgemeine Kräftigung des Körpers.

Grundlegend ist zunächst alles das, was den Körper im ganzen und in allen seinen Tätigkeiten zu kräftigen geeignet ist: also vor allem eine ausreichende Ernährung. Daß nach dieser Richtung hin für die ärmeren und besonders für die schwächlichen Kinder auch von der Schule aus immer mehr geschieht und daß die Zahl der hierhergehörigen sozialen Einrichtungen, wie Versorgung mit Milch und Frühstück in der Schule; Ferienspiele und Ferienkolonien; Waldschulen, Soolbäder und Seehospize usw. in erfreulichster Zunahme steht, wird sicherlich, wie die Zahl der Kränklichen so auch die der Kinder mit schwereren Haltungsfehlern vermindern.

Spiele.

Zur allgemeinen Kräftigung des Körpers und Erhöhung seiner Widerstandskraft gehört aber auch reichliche Bewegung in frischer Luft. Die geeignetste Form dafür sind die Jugendspiele und zwar schon in den allerersten Schuljahren, denn gerade auf das zarte Alter vom 6.—9. Lebensjahre machen sich die schädigenden Einflüsse der Sitzarbeit in der Schulbank am allermeisten geltend. Die Wichtigkeit der Spiele neben dem eigentlichen Schulturnen macht deren Einfügung in den Schulplan in Form von verbindlichen Spielnachmittagen zu einer Erziehungsnotwendigkeit.

Eislauf und Schwimmen.

Die Spiele werden in bezug auf die Kräftigung namentlich auch der Rückenmuskulatur auf das wirksamste ergänzt durch den Eislauf, welcher eine der vorzüglichsten Gleichgewichtsübungen darstellt, wie oben bereits erwähnt, sowie insbesondere durch das Schwimmen. Die Streckhaltung des Rumpfes und das Zurückbiegen des Kopfes wie dies beim Brustschwimmen erforderlich ist, gestaltet das Schwimmen zu einer der allerwirksamsten Übungen für die Erstarkung der Streckmuskeln des Rückens und damit für die Erzielung schöner Körperhaltung. Es ist darum besonders erfreulich, daß sich der Schwimmunterricht an unseren Knaben- wie Mädchenschulen immer mehr einbürgert.

Turnen.

Was nun die Pflege der Haltungsgymnastik im Schulturnen anlangt, so ist zunächst eine moralische Einwirkung auf die Turnenden notwendig. Es muß dem Kinde eine Freude an straffem Wesen eingepflanzt werden; es muß ihm in Fleisch und Blut übergehen, daß nur eine gerade aufrechte Haltung, mit erhobenem Haupt, so daß man frei in die Welt und getrost einem jeden Mitmenschen ins Auge blicken kann, schicklich und schön ist. Der Schüler muß lernen, nach dieser Richtung hin stets auf sich zu achten, sich immerfort zusammenzunehmen und stolz dazustehen als ein echter rechter Junge.

Gangerziehung.

Im einzelnen ist zunächst wichtig eine sorgfältige und schöne Haltung im Stehen wie im Gehen. Hier kommt es vor allem darauf an das natürliche Gehen turnerisch zu vervollkommnen und so veredelnd auf den Alltagsgang einzuwirken. Die Pflege der Kunstschrittarten hat daneben nur insoweit einen größeren Wert, als dadurch der natürliche Gang wirksam beeinflußt wird. Dies ist z. B. der Fall beim militärischen Straffgang, mit leichtem Aufsetzen — nicht Aufschlagen, wie man so häufig sieht! — der ganzen Fußsohle gleichzeitig. Ferner bei dem vorbereitenden sogenannten langsamen Schritt, den wir bereits als treffliche Gleichgewichtsübung kennen lernten. Diese Gangübungen sind weiterhin zu verbinden mit geeigneten Armbewegungen und Stabgriffen. Sie lassen sich ferner noch verbinden mit tiefem Aus- und Einatmen, so daß z. B. auf je 4 Schritte eine tiefe Einatmung erfolgt, mit gleichzeitigem Armheben, und auf weitere 4 Schritte eine Ausatmung mit Armsenken usw. Die Zahl der auf jeden Akt der Atmung entfallenden Schritte kann später auf 6, ja auf 8 gesteigert werden. Natürlich gehört solche Übung nur ins Freie!

Übungen der Rückenmuskeln.

Der Anführung derjenigen Übungsarten, welche grundlegende Bedeutung haben für die Kräftigung der Rückenmuskulatur und damit die Erzielung einer stetig bewahrten schönen Körperhaltung, seien einige Andeutungen über die hauptsächlich hier in Betracht kommenden Muskelgruppen vorausgeschickt.

Die Muskeln der Wirbelsäule, welche die Wirbelsäule gerade strecken und bei stärkerer Zusammenziehung den Kopf und den Rumpf nach rückwärts beugen, laufen die ganze Wirbelsäule entlang vom Kreuzbein bis hinauf zum Hinterhaupt.

In senkrechter Richtung zu diesen Rückenstreckern sind wirksam eine Reihe von Rückenmuskeln — sie seien hier kurz als die queren bezeichnet — welche die

Schultern und damit die an ihnen hängenden Arme nach hinten ziehen, so daß die Brust freigewölbt vortritt (Fig. 101 u. 102).

Diese beiden großen Gruppen müssen also zusammenwirken, wenn schöne Körperhaltung erreicht werden soll.

Im entgegengesetzten Sinne sind tätig:

1. Die Beugemuskeln des Kopfes und des Rumpfes; von letzteren seien insbesondere die Bauchmuskeln genannt.

2. Die an der Vorderseite der Brust liegenden Brustmuskeln, welche die Schultern nach vorne ziehen.

Fig. 101 und 102. Vorhängen der Schultern bei Muskelschwäche und flacher Brust (Fig. 101); Zurücknehmen der Schultern und Vorwölben der Brust (Fig. 102).

Fig. 103. Schema der großen Muskelgruppen: R-Str = Rückenstrecken; B-M = Bauchmuskeln; S-B = Schenkelbeuger.

Hierzu kommt nun noch der Umstand, daß alle mit den Armen im Alltagsleben geleistete Arbeit, daß speziell bei der Schuljugend die Schreibhaltung usw. in der Hauptsache immer die Richtung nach vorne hat, die Schultern nach vorwärts zieht, Kopf und oberen Teil der Wirbelsäule vornüber beugt. Verstärkt wird diese Haltungsrichtung noch durch das Schwergewicht der nach vorne pendelnden Arme.

Aus alledem geht hervor, daß diejenigen Momente, welche eine schlechte Körperhaltung begünstigen, an sich stärker sind als die, welche die Wirbelsäule gerade strecken und die Schultern zurück führen. Um das Gleichgewicht herzustellen zwischen diesen entgegengesetzt wirkenden Muskeln und Zugkräften, macht sich daher eine besondere Rücksichtnahme notwendig auf jene Gruppen von langen und queren Rückenmuskeln. Die besondere Übung dieser Muskeln macht darum einen wesentlichen Teil jeder Haltungsgymnastik aus (Fig. 103).

Sollen die hierhergehörigen Übungen recht wirksam sein, so ist es, gemäß der physiologischen Aufgabe der Rumpfmuskeln gegenüber der der Muskeln an den Gliedmaßen — nämlich der Gleichgewichtserhaltung und nicht des schnellkräftigen Fortbewegens — notwendig, die hierhergehörenden Bewegungen langsam und zügig

auszuführen und auf dem Höhepunkt der Bewegung längere oder kürzere Halten eintreten zu lassen. Die Bewegungen sollen ferner, wo es angängig ist, aus dem Zustand der größten Dehnung der zu übenden Muskeln zu dem der stärksten Zusammenziehung führen. Für die Bewegung im oberen Teil der Wirbelsäule ist ferner die richtige Zugesellung tiefer Ein- oder Ausatmung zu den Bewegungen durchaus wesentlich. Ein gleiches gilt bezüglich der mit in Tätigkeit tretenden Bauchmuskeln. Hier ist die Regel aufzustellen: daß Aufrichten und Rückwärtsstrecken des Rumpfes stets zu verbinden ist mit einer Einatmungs-, Beugen- und Abwärtssenken des Rumpfes mit einer Ausatmungsbewegung. Die Atembewegung gibt auch das Zeitmaß der Übung, indem wir mindestens 4—5 Sekunden für je eine Ein- oder eine Ausatmung rechnen müssen.

Es seien folgende Hauptübungen hier angeführt:

Aufrichten und Strecken des Rumpfes nach tiefer Rumpfbeuge.

1. Aufrichten und Strecken des Rumpfes nach tiefer Rückenbiegung (alte Art des tiefen Rumpfbiegens).

Verlauf:

a) kurze tiefe Einatmung in aufrechtem Stand (Grundstellung),
b) langsame tiefe Rückenbiegung (in den Gelenken der Wirbelsäule wie im Hüftgelenk); bei abwärts gestreckten Armen so, daß die Fingerspitzen womöglich die Erde berühren. Dazu beständiges langsames Ausatmen (5 Sekunden),
c) langsames Strecken der Wirbelsäule vom Kopf beginnend unter gleichzeitigem tiefen Einatmen (5 Sekunden) (s. o. Fig. 50).

Fig. 104. Spannbeugen mit Heben in den Zehenstand.

Soll an diese Übung weiter noch — was zweckmäßig ist — Rückwärts- oder auch Spannbiegen des Rumpfes angeschlossen werden, so folgt:

d) in Grundstellung schnelles tiefes Ausatmen;
e) Rückwärtsbiegen des Rumpfes mit tiefer Einatmung (5 Sekunden) dann Rückkehr zur Grundstellung.

Rumpfbeugung vorwärts.

2. Rumpfbeugung vorwärts (oder Rumpfsenken). Die Wirbelsäule bleibt dabei schön gestreckt, der Kopf etwas nach rückwärts gebogen. Der gestreckte Rumpf bewegt sich als Ganzes lediglich im Hüftgelenk (s. o. Fig. 51 u. 52).

Ausführung:

a) in Grundstellung kurze tiefe Einatmung,
b) Rumpf vorwärts beugen bis zum Winkel von 45—50° zur Senkrechten unter langsamem Ausatmen (3—4 Sekunden),
c) in der Beugehalte des Rumpfes verharren etwa 3—4 Sekunden; währenddessen Ausführung einer Armbewegung, wie: Armbeugen und -stoßen vor- oder seitwärts u. dergl.;
d) langsames Wiederaufrichten mit tiefer Einatmung (3—4 Sekunden).

Dem kann folgen entweder im gleichen Zuge mit Vollendung der tiefen Einatmungsbewegung, oder nach Unterbrechung in der Grundstellung mit schnellem Ausatmen:

e) Rückwärtsbeugen des Rumpfes mit Einatmung,
f) Wiederaufrichten zur Grundstellung mit Ausatmen.

Es ist genau zu achten, daß bei dieser Übung der Rücken eine gerade, nur in der Gegend der unteren Brust- und oberen Lendenwirbelsäule leicht ausgehöhlte Linie bildet. Wichtig ist bei dieser Bewegung die Armhaltung: besonders wirksam, weil zugleich die queren Rückenmuskeln ins Spiel bringend, ist Ausführung mit abwärts gestreckten und etwas nach hinten geführten Armen. Vorteile hat aber auch die Ausführung mit vornaufgestreckten Armen. Diese müssen dann stets so neben dem Kopfe bleiben, daß sie den Kopf in der Ohrgegend zwischen sich halten.

Spannbeugen.

3. Rückwärtsbeugen des Rumpfes oder Spannbeugen (Fig. 104). Diese schon in 1. und 2. vielgenannte Übung kann auch selbständig ausgeführt und weiterentwickelt werden in der Weise, daß bei hochgehobenen Armen unter tiefer Einatmung langsam der Rumpf nach rückwärts gebeugt (übergestreckt) wird und zwar so lange, bis die Hände mit der Spitze des Mittelfingers die Wand hinter dem Übenden erreichen oder die Querstange eines Geräts (Ribbstol- oder Leitersprosse; Reckstange u. dergl.), welche dann mit den Händen umfaßt wird. Denn von dem einfachen Rückwärtsbeugen aus dem Stand unterscheidet sich die Spannbeuge dadurch, daß der Schwerpunkt weit genug nach hinten gelegt wird, um dieser Stütze zu bedürfen. Der Körper würde sonst nach hinten fallen. Nur so ist es möglich, die lordotische Einbiegung der Lendenwirbelsäule bei dieser wichtigen Übung zu verhüten. Bei Anfängern ist der Abstand des Übenden von der Wand oder dem Gerät noch klein zu nehmen, dementsprechend ist der Umfang des Rückwärtsbiegens auch ein geringer. Bei größerer Übung wird der Abstand aber weiter genommen, so daß die Rumpfbeuge nach rückwärts immer ausgiebiger wird. Auf der Höhe der Übung, d. i. nach Berührung der Wand oder Umfassen der Gerätstange, sind in der erreichten Haltung noch andere Bewegungen zuzufügen: so besonders Erheben in den Zehenstand; ferner Kopfdrehen, Knieheben rechts und links usw.

Die Übung wird nicht nur wesentlich erleichtert, sondern erhält auch ihre richtige Form — nämlich Rückwärtsbiegen der Wirbelsäule vor allem in ihren obersten Abschnitten, Hals- und Brustwirbelsäule — durch die begleitende tiefe Einatmungsbewegung. Dagegen soll eine unschöne lordotische Einbiegung der Lendenwirbelsäule vermieden werden, und so weit dies möglich das Becken gedreht werden.

In schwedischen Übungsvorschriften finden wir Spannbeugen ausgeführt bis zu solchem Grade, daß der zurückgebogene Rumpf fast die Horizontale erreicht und mit den Beinen einen nach hinten offenen rechten Winkel bildet. Das ist ein Grad des Rückwärtsbiegens, der entschieden zu weit geht. Sein Nutzen ist fragwürdig, ja die so bewirkte über das gesunde Maß hinausgehende Dehnung der Bauchmuskeln kann eher als schädlich angesehen werden. Im allgemeinen soll man den Rumpf nicht weiter nach rückwärts senken als bis zu einem halben rechten Winkel von der Senkrechten ab gerechnet. Bei jungen Mädchen, deren Wirbelsäule biegsamer ist als wie bei gleichaltrigen Knaben und Jünglingen kann die Senkung des Rumpfes bis zu 60° betragen. Weiter soll man die Übung nicht treiben.

4. Aus dem aufrechten Sitz auf einer Turnbank mit nach vorwärts gestreckten Beinen — die in der Knöchelgegend von einem zweiten Übenden festzuhalten sind, um Rückwärtsfallen zu vermeiden —:

a) langsames Rumpfsenken nach rückwärts bis der Körper, d. h. Rumpf und Beine, eine gestreckte Linie bildet (mit Ausatmung, 3—4 Sekunden),

b) Verharren in der gestreckten Lage mit gleichzeitigen Arm- oder Kopfbewegungen,

c) langsames Wiederaufrichten (2—3 Sekunden) unter tiefer Einatmung (Fig. 105).

Aufbiegen des Rumpfes aus dem Liegen.

5. Aus dem Liegen quer über einer Bank, so daß die Beckenkante des Übenden sich über die Vorderkante der Bank befindet, und die vorgestreckten Hände nach vorlings dem Boden aufruhen (Fig. 106):

a) Aufrichten oder Aufbiegen des Rumpfes bis zur Geradstreckung des Körpers, mit Einatmung (4 Sekunden);

Fig. 105. Rumpfsenken aus dem Sitz.

b) Verharren in der erlangten Streckhaltung verbunden mit Arm- oder Kopfbewegungen (2—3 Sekunden); dazu Ausatmen, wenn

c) das Aufrichten des Rumpfes bis zur Senkrechten unter Einatmung fortgesetzt werden soll,

d) langsames Wiedersenken hinab bis zum Auflegen der Hände auf den Boden unter Ausatmung (3—4 Sekunden).

Fig. 106. Aufbiegen des Rumpfes aus dem Liegen quer über einer Bank.

Auch bei dieser Übung sind die Füße des Übenden von einem zweiten Übenden festzuhalten. Ein gleiches ist der Fall, wenn diese Übung

Aufbiegen des Rumpfes aus dem Sitzen.

6. aus dem Knien heraus gemacht werden soll. Der Kniende hat den Rumpf soweit vornabgebeugt, daß die Hände dem Fußboden aufliegen. Es folgt

a) langsames Aufrichten oder Aufbiegen des Rumpfes (unter Einatmung natürlich) bis zur horizontalen Stellung des Rumpfes, der also mit dem Oberschenkel einen rechten Winkel bildet;

b) Verharren in dieser Stellung; der Rücken muß eine gerade nur im unteren Brust- und oberen Lendenteil leicht ausgehöhlte Fläche bilden. — 2—4 Sekunden je nach dem Grade der Übung, mit Ausatmen.

c) Unter erneuter tiefer Einatmung weiteres Aufrichten des Rumpfes über die Senkrechte hinaus bis zur leichten Rumpfbeugung nach rückwärts.

d) Mit Ausatmen: langsames Senken des Rumpfes zur Ausgangsstellung.

Diese Übung ist sehr schwierig; namentlich dann, wenn (b) in der horizontalen Lage des Rumpfes einige Zeit verharrt werden soll. Da die Strecker des

Fig. 107. Aufbiegen des Rumpfes aus dem Kniestand (nach Klapp).

Rückens hier in der Hauptsache das ganze Rumpfgewicht tragen, so kann diese Übung nur erst bei genügender Erstarkung der Rückenmuskeln ausgeführt werden — ist dann aber auch von hervorragender Wirksamkeit. —

Nicht minder wichtig als diese Aufbiegeübungen (insbesondere zur Kräftigung der Bauchmuskeln) sind:

Liegestütz.

7. Die Liegestützübungen: vorlings (Fig. 108); rücklings; seitlings. Von einer genaueren Beschreibung kann hier abgesehen werden, es ist da auf die Turnbücher zu verweisen. Doch sei ausdrücklich bemerkt, daß die Liegestützübungen, wenn sie gute Körperhaltung fördern und nicht etwa gar schädigen sollen, peinlich

Fig. 108. Liegestütz.

genau auszuführen und nicht eher zu versuchen sind, bis der Kräftezustand der Muskulatur eine richtige Ausführung ohne allzugroße Anstrengung erlaubt. Insbesondere darf beim Liegestütz vorlings der Rumpf nicht einsinken, sondern muß gleichmäßig gerade gestreckt sein, allenfalls mit leichter Aushöhlung in der unteren Brustgegend, wie oben schon wiederholt gefordert ist. — Beim Liegestütz seitlings muß

eine durch die Schultergelenke gedachte Achse genau senkrecht stehen zur Wirbelsäule und letztere muß eine gerade Linie bilden und darf nicht etwa bogenförmig einsinken.

Eine Vorstufe für die Liegestützübungen bilden:

Liegehang.

8. Die Übungen im Liegehang an den Reckstangen, an den Schaukelringen oder Barrenholmen, vorlings oder rücklings.

Rumpfbiegen seitwärts.

9. Die langen Strecker des Rückens werden auch in wirksamer Weise geübt und gekräftigt durch das Rumpfbiegen seitwärts, und zwar sind es die Strecker auf der rechten Seite der Wirbelsäule, welche beim Rumpfbiegen nach links der Schwere des Rumpfes das Gleichgewicht halten und umgekehrt (Fig. 109). Bei muskelkräftigen Knaben sieht man bei dieser Übung deutlich die Muskelbäuche der großen Wirbelsäulestrecker auf der der Biegungsrichtung entgegengesetzten Seite vorspringen, während sie auf der der Biegung gleichsinnigen Seite sichtlich ganz schlaff sind. Diese Übung ist daher sehr gut zur einseitigen Kräftigung der Streckmuskeln zu verwerten. —

Weiter sind von den Gerätübungen alle Übungen im Hang dienlich zur Geradrichtung der Wirbelsäule, wenn sie auch weit entfernt sind, die Wirksamkeit aller der vorgenannten Übungen für die Ausbildung der Rückenmarksmuskeln zu erreichen. —

Der Wert der Gleichgewichtsübungen ist schon früher betont.

Fig. 109. Rumpfbeugen nach links. Die Streckmuskeln rechts an der Wirbelsäule treten in der Lendengegend deutlich hervor; links sind sie entspannt.

§ 52. Bekämpfung des runden Rückens und der Skoliose.

Bekämpfung des runden Rückens und der Skoliose.

Der Umstand, daß die Mehrzahl unserer Volksschüler Anlage zeigt zur Entwicklung ausgeprägter Haltungsfehler macht die vorbeugenden Maßnahmen und insbesondere die angeführten Übungen zur Erzielung schöner Körperhaltung zu einer der vornehmsten Aufgaben des Schulturnens. Auf die Körperhaltung ist aber nur dann möglich einzuwirken, wenn die wichtigsten dahinzielenden Übungen so häufig vorgenommen werden, daß für den Körper geradezu eine Gewöhnung an richtige Haltung eintritt. Solche Übungen nur zweimal in der Woche (der Ausfall durch die Ferien kommt hinzu) vorzunehmen ist viel zu wenig. Es müssen daher tägliche Turnzeiten, wenn auch nur von kurzer Dauer, wenigstens für solche Haltungsübungen gefordert werden. Tatsächlich wird zurzeit an den preußischen Schulen der dankenswerte Versuch einer täglichen Vornahme wenigstens einzelner besonders geeigneter Übungen gemacht. Allerdings wird der Erfolg davon abhängig sein, daß es gelingt, den Lehrern und Lehrerinnen ein hinreichendes Verständnis gerade für solche Übungen allmählich beizubringen. Die Schwierigkeit der Aufgabe darf nicht entmutigen, den einmal begonnenen Weg nun auch weiterzuschreiten.

Nun ist aber, wie wir sahen, bei einem großen Bruchteil unserer Volksschüler und -schülerinnen bereits mehr oder weniger entwickelte Verbildung der Wirbelsäule vorhanden. Keine Frage, daß es das Geeignetste wäre, alle diese Kinder von orthopädisch geschulten Ärzten und deren Hilfskräften behandeln zu lassen. Die Zahl der einer solchen Behandlung bedürftigen Kinder ist aber eine derartige, daß das unmöglich ist. Man kann nicht ein Drittel aller Schulkinder auf Monate hinaus aus der Schule nehmen und in orthopädische Kliniken schicken. Das verträgt die Schule nicht und dazu sind der Heilanstalten zu wenige — abgesehen davon, daß die Kosten unerschwinglich wären. Man wird sich also damit begnügen müssen, alle schwereren Fälle (vorab alle Skoliosen dritten Grades) auszusondern und der ärztlichen Behandlung zuzuweisen. Für die leichteren Grade wird es aber genügen, besondere orthopädische Turnstunden an der Schule einzurichten. Diese Einrichtung bedarf sowohl zur Auswahl der Kinder, die hier in Betracht kommen, als auch zur Überwachung der Übungen und der erzielten Erfolge der Mitwirkung geeigneter Ärzte.

Besondere orthopädische Turnstunden.

Runder Rücken.

Was zunächst die Bekämpfung des runden Rückens angeht, so genügen hier alle die oben beschriebenen Maßnahmen der Haltungsgymnastik, vorausgesetzt, daß genügend oft und mit unbedingter Sorgfalt die einschlägigen Übungen gemacht werden.

Ganz hervorragenden Wert besitzt hier die Spannbeuge sowie das Aufbiegen des Rumpfes aus der Lage vorlings auf der Bank oder dem Schwebebalken. Ein gleiches ist der Fall hinsichtlich des Liegehangs vorlings, des Schwimmhangs, des Marschs und langsamen Schritts mit Durchstecken eines Stabes durch die Arme, hinter dem Rücken oder mit Halten des Stabs hinter den Schulterblättern. Gerade hier hat auch das Brustschwimmen ungemeinen Wert. Vorausgesetzt immer, daß alles das genügend oft und ausgiebig genug gemacht wird, um tatsächlich Gewöhnung an bessere Haltung zu erreichen. Zu vermeiden sind Übungen, welche die Schulter allzu leicht nach hinten auswölben, so insbesondere allzufrüh begonnenes Barrenturnen im freien Stütz.

Von Wert bei rundem Rücken ist auch die Belastung des Kopfes mittels eines aufgelegten und zu balancierenden Gegenstandes, besonders dann, wenn der zu tragende Gegenstand (hohes Kissen, kleines bauchiges Gefäß und dergl.) nicht oben auf dem Scheitel, sondern mehr nach vorn, dicht hinter der Grenze des Haarwuchses getragen wird. Der Übende wird dadurch gezwungen, den Kopf nach hinten übergestreckt zu tragen, also genau entgegengesetzt der fehlerhaften Haltung (Fig. 110).

Fig. 110.

Skoliose.

Die leichtesten Grade der Skoliose werden ebenfalls durch eine sorgfältigste Haltungsgymnastik derart beeinflußt, d. h. die Streckmuskeln der Wirbelsäule können durch die oben beschriebenen Übungen so gekräftigt werden, daß tatsächlich die Verbildung keine Fortschritte mehr macht, sondern im Gegenteil oft genug zum Verschwinden gebracht werden kann. Aber es sei wiederholt: nur pedantisch genaue Ausführung und tägliche Vornahme der Übungen sichert solchen Erfolg.

Um die versteifte Wirbelsäule beweglich zu machen und möglichst ein Gleichgewicht herzustellen zwischen den rechts und links von den Dornfortsätzen der Wirbelsäule gelegenen Muskelsträngen des großen Rückenstreckers, hat Prof. Klapp (früher in Bonn, jetzt in Berlin) noch besondere Übungen angegeben: nämlich Kriechübungen auf dem Boden auf Händen und Knien. Wenn man eine laufende Eidechse oder eine schleichende Katze beobachtet, so kann man gewahren, daß abwechselnd bei jedem Schritt auf der einen Körperseite die Pfoten weit auseinander, auf

der andern nahe beieinander stehen. Dabei macht jedesmal die Wirbelsäule einen starken Bogen mit seiner Konnexität den auseinanderstehenden Pfoten zu. Es wird also fortwährend beim Schreiten und Laufen die Wirbelsäule abwechselnd stark nach rechts und dann wieder nach links gekrümmt (Fig. 111).

I II III

Fig. 111. Schema der senkigen Biegungen der Wirbelsäule bei einem kriechenden Tiere.

Dieselben ausgiebigen Bewegungen der Wirbelsäule treten auch ein, wenn solche Kriechbewegungen von Kindern gemacht werden, derart, daß immer gleichzeitig auf der einen Körperseite das Bein stark nach hinten gestreckt ist, und der gleichseitige Arm mit einer ausgiebigen Bewegung möglichst weit nach vorne gesetzt wird, während auf der Gegenseite das Knie des stark gebeugten Beines fast bis zur Brust herangezogen ist und gleichzeitig die Hand des im Ellbogengelenk gebeugten Arms kurz vor dem Knie aufgesetzt wird (Fig. 112). Die Kinder lernen diese Kriechbewegungen um so schneller, je jünger sie sind: Diese Bewegungen gehören scheinbar zu den schlummernden Anlagen des Menschen und sind dem Menschen in seiner Jugend, man möchte fast sagen, natürlich — als uraltes Erbgut. Die Ausführung dieser Übung will vom Erwachsenen mühsam erlernt sein: ihre ganz ungemeine Wirksamkeit hängt indes ab von der Genauigkeit und Häufigkeit der Übung. Bei der Ausführung im Turnsaal kriechen die Übenden in einer Reihe hintereinander im Umkreis des Raumes. Nach einer gewissen Dauer der Bewegung folgt ein Ausruhen im Liegen, wobei der Oberkörper mit den unter der Brust verschränkten Armen aufgestützt ist. Bei diesem Liegen sieht man die Verbiegung der Wirbelsäule so gut wie vollständig verstrichen — wenigstens in leichteren Graden der Skoliose. Allerdings stellt sich dann die Verbildung beim Aufrichten des Körpers wieder ein.

Fig. 112. Kriechübung am Boden nach Klapp (von oben gesehen).

Es ist ein großes Verdienst von Klapp, die aktive Übung der Rückenmuskeln, die er zu einer besonderen Methode ausbildete, wieder voll zu Ehren gebracht zu haben. Dies namentlich gegenüber den vielfachen Stützapparaten und Korsetts, die er mit Recht verwirft. Denn wenn auch das Anlegen eines Korsetts sofort den

Fehler beseitigt zu haben schien und die Figur wieder gerade machte: sobald die Stütze abgelegt wurde, war die Verbildung in alter Stärke wieder da. Nicht nur das: durch die Untätigkeit unter der stützenden Hülle des Korsetts oder des komplizierter gebauten Stützapparates, welcher ja jede Muskelarbeit zur Geradhaltung des Rückens ersetzte und überflüssig machte, schrumpften die Rückenmuskeln und wurden ganz kraftlos. Die Grundursache des Übels wurde also nur noch verschlimmert. —

Auf Übungen, welche einseitig nur den rechten oder linken Wirbelsäulestrecker kräftigen sollen, auf die Widerstandsübungen der schwedischen Heilgymnastik und dergl. einzugehen ist hier nicht der Ort. Diese besonderen Maßnahmen vorzuschreiben ist nicht mehr Sache des Turnlehrers. Vielmehr sei ganz allgemein den Turnlehrern und Turnlehrerinnen der Rat erteilt, bei erkannter Rückgratsverkrümmung nicht selbständig deren Verbesserung unter Anwendung der bekannten Übungsvorschriften zu übernehmen, sondern jedenfalls auf vorherige ärztliche Untersuchung und Anweisung zu dringen. Einige glücklich gelungene Heilungen dürfen da nicht täuschen, denn nicht immer sind die Ursachen klar zutage tretend; bisweilen ist die Verkrümmung nur ein Anzeichen schwerer Erkrankung; oft genug bleibt auch bei anscheinend ganz leichten Fällen die turnerische Einwirkung ohne Erfolg. Da gebietet schon die Klugheit, daß man die Verantwortung unter allen Umständen dem Fachmann überläßt.

Der Brustkorb.

Der Brustkorb.

§ 53. **Brustbein und Rippen.** (Fig. 113.)

Der Brustkorb wird gebildet aus dem Brustteil der Wirbelsäule, den Rippen und dem Brustbein.

Brustbein.

Obere Brustöffnung.
Brustwirbel
Zwischen-Rippen-Räume
BRUSTBEIN
1 2 3 4 5 6 7 VIII IX X XI XII
Untere Brustöffnung

Fig. 113. Der Brustkorb.

Das **Brustbein** ist ein langer platter Knochen mit sehr dünner Rinde, daher sehr elastisch. Es besteht beim Erwachsenen aus drei miteinander verwachsenen Stücken, die gemäß der Ähnlichkeit des Ganzen mit der Form eines antiken kurzen Schwertes als Handgriff, Körper oder Klinge und Schwertfortsatz bezeichnet werden.

Der Handgriff ist am oberen Rand halbmondförmig ausgeschnitten, und bildet die untere Begrenzung der Kehlgrube; seitlich befinden sich die sattelförmigen Gelenkflächen für die Verbindung mit den Schlüsselbeinen. Am Übergang vom Handgriff zum Körper des Brustbeins befindet sich eine

Auftreibung (Winkel des Brustbeins), welche auch beim Lebenden meist deutlich erkennbar ist. Mit den sieben oberen oder wahren Rippen ist das Brustbein durch Knorpel unmittelbar verbunden.

Rippen.

Die **Rippen** sind zwölf Paar reifenartige Knochen; bogenförmig gekrümmt und sehr elastisch (federnd). Eine jede Rippe liegt auf horizontaler Unterlage nicht ganz auf: Die Rippen sind keine Kreisabschnitte, sondern Teilstücke einer Spirale; sie zeigen sowohl eine Flächenkrümmung wie ein Faßreifen, als auch eine Drehung um ihre eigene Achse (nach der Kante).

Fig. 114. Eine Rippe.

Die sieben oberen Rippenpaare heißen **wahre** Rippen, und gehen mit ihren Knorpeln unmittelbar an das Brustbein; von den fünf unteren Paaren oder **falschen** Rippen stehen die drei oberen jede mit dem darüberliegenden Knorpel in Verbindung, während die 11. und 12. Rippe frei enden (**freie** Rippen).

Die Rippen sind **ungleich** lang. Am längsten sind sie vom 6. bis 9. Rippenpaar; von da ab nehmen sie nach unten wie oben stetig an Länge ab. Die Krümmung nach der Kante ist bei der ersten Rippe am meisten ausgesprochen.

An jeder Rippe unterscheiden wir: 1. als hinteres Ende das **Köpfchen**, zur Verbindung mit dem Wirbelkörper; das Köpfchen sitzt auf einem dünneren Teil des Knochens, dem **Rippenhals**; an der Stelle, wo die Rippe sich auf den Querfortsatz des Wirbels anstützt und durch Bänder an demselben befestigt wird, befindet sich das **Rippenhöckerchen**; 2. die **Rippenspange**, deren Umbiegungsteil als **Winkel** bezeichnet wird; 3. das **Knorpelstück** (Fig. 114).

§ 54. Gelenke des Brustkorbs.

Gelenke des Brustkorbs.

Jede Rippe ist – mit Ausnahme der untersten freien Rippen, nämlich der 11. und 12., welche nur an die zugehörigen Brustwirbelkörper anstoßen – mit zwei wenig beweglichen Gelenken an die **Wirbelsäule** angeheftet: 1. dem Gelenk zwischen Rippenköpfchen und Wirbelkörper; 2. dem Gelenk zwischen Rippenhöcker und Querfortsatz (s. o. Fig. 48).

Was die **Verbindung mit dem Brustbein** betrifft, so ist das Knorpelstück der 1. Rippe gewöhnlich mit dem Handgriff des Brustbeins direkt verwachsen; die Knorpelstücke der 2. bis 7. Rippe sind durch straffe Gelenke mit dem Brustbein verbunden. Dabei reicht die 5. Rippe schon an das Ende des Brustbeins, und die direkte Verbindung mit dem Brustbein wird für die 5., 6. und 7. Rippe nur dadurch möglich, daß ihre Knorpelstücke sich winklich nach oben umbiegen.

An den Knorpel der 7. Rippe und weiterhin jedesmal an den Knorpel der darüberliegenden Rippe schließen sich dann die Knorpelstücke der 8. bis 10. Rippe und bilden so verschmolzen die **Rippenbögen**, welche den Schwertfortsatz des Brustbeins zwischen sich nehmend, nach der Körpermitte zu winklich zusammentreten. Die Rippenbögen sind am Rumpf gut fühlbar, bei mageren Körpern auch deutlich sichtbar. Durch das Einsinken der Bauchwand in dem Winkel der Rippenbögen entsteht hier die sogenannte Herz- oder (richtiger) **Magengrube**, in deren Tiefe der zungenförmige bewegliche Knorpel des Schwertfortsatzes fühlbar ist.

§ 55. Der Brustkorb als Ganzes.

Brustkorb als Ganzes.

Der knöcherne Brustkorb stellt sich dar als ein faß- oder korbartiges Gerüst. Die Zwischenräume zwischen den knöchernen Sparren dieses Gerüstes sind durch Muskeln und Häute ausgefüllt, so daß das Ganze als rundum geschlossener „Brustkasten" die Brusthöhle umschließt. Wir unterscheiden vordere, hintere und seitliche Brustwand. Die hintere Brustwand – im übrigen breit gestaltet, so daß der Mensch, im Gegensatz zu allen Tieren, auf dem Rücken liegend schlafen kann – ist durch die Wirbelkörper scharf eingebogen. Auf dem horizontalen Durchschnitt ist daher die Gestalt der Brusthöhle eine bohnenförmige (Fig. 115).

Fig. 115. Schematischer Durchschnitt des Brustkorbs.

Wird eine senkrechte Ebene durch die Seitenwände des Brustkorbs d. h. durch den queren Brustdurchmesser gelegt, so hat diese die Gestalt eines Trapezes mit konvexen Seitenlinien.

Die Brusthöhle ist oben und unten offen und am Skelett durch die Zwischenrippenräume von außen zugänglich. Legt man durch die obere und die untere Öffnung eine Ebene, so konvergieren sie miteinander. Der Grad der Neigung, namentlich der oberen Öffnung ist indes, je nach Gestalt und Entwicklung der Brust verschieden, und hängt vor allem von der Stärke der den Brustkorb haltenden und hebenden Muskeln ab.

Die obere kleinere Brustöffnung wird umgrenzt vom ersten Brustwirbel, ersten Rippenpaar, Handgriff des Brustbeins.

Die untere weitere Brustöffnung wird umgrenzt vom letzten Brustwirbel, letzten Rippenpaar, den Knorpeln aller falschen Rippen, dem Knorpelstück der 7. Rippe und dem Schwertfortsatz des Brustbeins.

Der Brustkorb besitzt eine außerordentliche Elastizität. Eingedrückt schnellt er bei Aufhören des Druckes sofort in seine Lage zurück: eine Eigenschaft, welche mit Erfolg zur künstlichen Atmung (s. d.) benutzt wird. Diese Elastizität ist mit großer Widerstandsfähigkeit verbunden: die Räder eines nicht zu schweren Wagens sah man schon über einen kräftigen Brustkasten hinweggehen, ohne daß dieser einbrach. Daher ist es auch Athleten möglich, hochgeworfene Kanonenkugeln mit dem Brustkorb aufzufangen, oder auf einem der Brust aufgesetzten Ambos schmieden zu lassen.

§ 56. Verschiedene Gestaltung der Brust.

Verschiedene Gestaltung der Brust.

Die Form der Brust ist durch die abwechselnde Erweiterung und Verengerung des Brustkorbs bei der Ein- und Ausatmung eine verschiedene, so daß man eine Einatmungs- und eine Ausatmungsstellung unterscheidet.

Bei starker Einatmung werden die Rippen erhoben und der horizontalen Stellung genährt. Diese Stellung bewirkt:

1. eine Vergrößerung des queren Durchmessers der Brusthöhle (Fig. 116);
2. eine Vergrößerung des geraden Durchmessers (Richtung von vorn nach hinten), und zwar deshalb, weil die vorderen am Brustbein befestigten Enden der Rippen tiefer stehen als die hinteren Enden. Es wird also das Brustbein bei der Einatmung gehoben und von der Wirbelsäule entfernt;

3. der senkrechte Durchmesser des Brustraums (Richtung von oben nach unten) wird durch die Bewegung des Zwerchfells vergrößert, wovon später.

Die stärkstmögliche Erhebung der Rippen mit ihren Folgen nennt man also **Einatmungsstellung**; umgekehrt ist **Ausatmungsstellung** diejenige, wobei die Rippen in ihre Ausgangs- oder Ruhelage wieder gänzlich zurückgekehrt sind.

Der Form der Einatmungsstellung steht näher die **breite**, der der Ausatmungsstellung die **schmale Brust**.

Breite Brust.

A) **Die breite Brust.** Eine stark vorspringende, volle und hochgewölbte Brust gilt als Zeichen vollendeter Kraft. Die antiken Bildwerke von Göttern und Heroen zeigen herrliche Bildung des Brustkorbes: die machtvolle Brust des Zeus in dem Fries des pergamenischen Altars macht den Donnerer, der Götter und der Menschen Vater kenntlich, obschon der Kopf der Figur nicht mehr vorhanden ist (Fig. 117).

Fig. 116. Erweiterung des Brustkorbs im Querdurchschnitt bei der Atmung. a Wirbelkörper; b Brustbein bei der Aus-, b_1 bei der Einatmung; c d größter Querdurchmesser bei der Aus-, c_1 d_1 bei der Einatmung.

Bei solch kraftvoller Brust ist die Breite im Verhältnis zur Länge besonders ausgesprochen; das Brustbein ist erhaben; die obere Brustöffnung und überhaupt die Rippen sind wenig geneigt, mehr der horizontalen Richtung angenähert; die Rippenbögen gehen in großem stumpfen Winkel auseinander.

Schmale Brust.

B) **Die schmale Brust**, bei zarten, schwächlichen Gestalten häufiger, ist das Gegenteil der vorigen Form. Die Brust ist länger aber schmäler; unter den Schlüsselbeinen ist sie abgeplattet; die Seitenwände sind flach und steil; die Brustbeinfläche ist schmal, oft etwas eingesunken; die obere Brustöffnung sowie auch die Rippen sind stark geneigt, herabhängend; die Rippenbögen vereinen sich zu einem rechten, selbst spitzen Winkel. Die Atemfähigkeit braucht dabei nicht vermindert zu sein, im Gegenteil ist die Ausdehnungsmöglichkeit oft eine recht große.

Faßförmige Brust.

C) **Die faßförmige Brust.** Nicht immer ist die unter A beschriebene breite Brust auch der Ausdruck vollendeter Atemkraft. Im Gegenteil: wenn die Brust immer mehr die Form der Einatmungsstellung einnimmt und dauernd behält, so wird der Unterschied zwischen Ein- und Ausatmung und damit die Atemgröße überhaupt für die **Brustatmung** (die Zwerchfellatmung oder Bauchatmung bleibt hier außer Betracht) immer geringer. Wer die breite und mächtige Brust eines Athleten, welcher mit zentnerschweren Hanteln nur so spielt, genauer bei Ein- und Ausatmung betrachtet, wird oft gewahren, daß diese weiten Brustwände und massigen Brustmuskeln vom Atemgang kaum bewegt werden. In der Tat hat uns die Messung mit dem Bandmaß wiederholt gezeigt, daß die Ausdehnungsfähigkeit

Fig. 117. Brust des Zeus vom pergamenischen Altar.

der Brust bei solchen Kraftmenschen eine jämmerlich geringe sein kann. So maß Dr. Engel Reimers in Hamburg bei dem Athleten Lutz eine Umfangszunahme der Brust bei tiefster Einatmung von nur 1,75 cm, bei dem verstorbenenen Athleten Abs von 2,5 cm, beides weit unter dem Mittelmaß liegende Werte. – Dies starre Stehenbleiben des Brustkorbes auf der Einatmungsstellung, so daß die Atemfähigkeit schwere Beeinträchtigung erfährt, beruht in den meisten Fällen auf einer Erkrankung des Lungengewebes, der Lungenblähung (Emphysem der Lunge). Wir werden später darauf zurükkommen, namentlich auch auf den Zusammenhang, in welchem der physiologische Akt der Anstrengung oder der Pressung, wenn oft wiederholt, mit der Lungenblähung steht.

Lahmer Brustkorb.

D) Ist die faßförmige Brust gewissermaßen ein Erstarren des Brustkastens in angestrengter Einatmungsstellung, so ist umgekehrt der lahme Brustkorb ein Verharren in tiefster Ausatmungsstellung, wobei die Muskulatur der Brust zu schwach ist um die Rippen zu heben. Während bei der faßförmigen Brust die Einatmung behindert ist, weil die Brust nicht zur Ausatmungsstellung zurückkehrt, sondern in Einatmungsstellung stehen bleibt, ist hier die Atemfähigkeit behindert, weil die Muskelkräfte versagen, um die Brust aus der tiefen Ausatmungsstellung, in der sie sich befindet, zur Einatmungsstellung zu erheben. Beim sogenannten lahmen Brustkorb (Fig. 118) ist die Brust sehr schmal, flach und platt, auf dem Rücken stehen die Schulterblätter flügelförmig ab. Deutlich ausgesprochen und tief sind am Hals die Gruben über dem Schlüsselbein, und an der oberen Brust die Gruben unter dem Schlüsselbein. Die Entfernungen zwischen den einzelnen, wie lahm abwärtshängenden Rippen sind groß, die Zwischenrippenräume breit; deutlich sind am Brustkorb – da es sich fast durchgängig auch um magere, in der Ernährung zurückgebliebene Personen handelt – die Rippen unter den dünnen verkümmerten Brustmuskeln zu sehen („zu zählen"); die obere Brustöffnung, in welcher die Lungenspitzen liegen, ist durch das Herabhängen der ersten Rippe außergewöhnlich enge. (Fig. 119 und 120.)

Fig. 118. Platter Brustkorb eines Schwindsüchtigen.

Diese Brustform, besonders häufig bei Leuten, die an Lungenschwindsucht leiden, ist vielfach vergeschwistert mit der schlechten Haltung, welche oben als hoher oder runder Rücken der Jugend beschrieben ist.

Es ist dort auch schon darauf hingewiesen, daß gerade hier ein richtig geleitetes Turnen von besonderem Werte ist, um die Muskelkraft und Energie des Willens zu heben. Weil bei lahmem Brustkorb der Einnistung von Tuberkeln in den Lungenspitzen in besonderem Maße Vorschub geleistet wird, ist dabei eine richtig geleitete Gymnastik der Brust-, Schulter- und Rückenmuskeln, wodurch allein der Brustkorb gehoben und atemtüchtig gemacht werden kann, eines der wirksamsten Hilfsmittel zur Erhaltung von Gesundheit und Leben (s. u. „Atemgymnastik"). –

Anhangsweise seien noch zwei besondere Formen von Verbildung des Brustkorbes hier erwähnt. Diese sind:

Hühnerbrust.

E) Die Hühnerbrust. Die Entstehungsursache ist rachitische Knochenerkrankung in der Jugend. Bei der Hühnerbrust springt das Brustbein kielförmig vor, während rechts und links davon die ganzen Brustseiten muldenförmig vertieft erscheinen. Die Knorpelstücke der Rippen verbinden sich mit dem Brustbein nicht in einer Ebene, sondern in ausgesprochenen Fällen dieser Verbildung fast in einem rechten Winkel. Da der Rauminhalt der Brusthöhle bei dieser Verbildung verkleinert wird –

sie zu beseitigen ist höchstens in ganz früher Jugend, wenn die Knochen noch weich sind, möglich — so besteht oft dabei ein ziemlicher Grad von Kurzatmigkeit. Unter allen Umständen sind die Lungen bei so gestaltetem Brustkorb wenig leistungsfähig, so daß hier alle Übungen, welche — wie z. B. die Schnelligkeitsübungen und die meisten Dauerübungen — die Lungenkraft stark in Anspruch nehmen, nur in beschränktem Maße möglich sind.

Fig. 119 und 120. Schematischer Horizontaldurchschnitt in der Gegend der oberen Brustöffnung I. beim gesunden, II. beim schwindsüchtigen Brustkorb. — R Lungenraum; br Brustbein; r Rippe; rk Rippenknorpel; W Wirbelloch; sb Schulterblatt; sl Schlüsselbein; oa Oberarmkopf (nach P. Niemeyer).

Trichterbrust.

F) Die Trichterbrust. Bei dieser ist in der Mitte der vorderen Brustwand bis zur Magengrube hinab eine trichterförmige Einsenkung. Als Ursachen seien Knochenerkrankung und Vererbung genannt.

Schusterbrust.

Während bei der eigentlichen Trichterbrust das Brustbein von der Kehlgrube ab bereits eingesenkt erscheint, bewirken Handwerksgewohnheiten, so z. B. beim Schusterlehrling das Gegenstützen des zu bearbeitenden Stiefels gegen die untere Brustmitte, eine ebenfalls trichterförmige, indes weniger umfangreiche Vertiefung, und zwar durch Umknickung oder Einwärtsknickung des schwertförmigen Fortsatzes: Schusterbrust oder Töpferbrust.

7*

§ 57. Der Einfluß der Schnürbrust.

Einfluß der Schnürbrust oder des Korsetts.

Der Gebrauch der Schnürbrust ist zwar ein alter und allgemein eingebürgerter, zeugt aber nichtsdestoweniger nicht nur von einem gänzlich verdorbenen Geschmack, sondern ist auch wegen der Verunstaltung des weiblichen Körpers und wegen der verderblichen Folgen für die Gesundheit geradezu ein Vergehen wider die Natur.

Zur geschichtlichen Entwicklung der heutigen Frauentracht.

In verschiedenen Perioden der menschlichen Kulturentwicklung, namentlich in solchen ungesunder Verfeinerung und Überkünstelung, tritt das Bestreben hervor, zu gunsten falscher Schönheitsideale die natürliche Form und das Ebenmaß des wohlentwickelten Körpers in diesem oder jenem Betracht künstlich zu entstellen und zu verunstalten. Schon im Ausgange des Mittelalters – wenn wir absehen von den raffinierten Toilettekünsten des sinkenden Altertums – wurde in der höfischen Gesellschaft eine möglichste Einengung der Lendengegend, um die Gestalt zierlich und schlank bei breiter Brust erscheinen zu lassen, für schön gefunden. Es waren hier nicht nur die Weiber, sondern ebenso die vornehme Männerwelt, Ritter und Höflinge, welche zur Erzeugung einer dünnen Wespentaille die Weichen zwischen Brust und Becken möglichst durch Gürtel und Schnürleib zusammenschnürten. Miniaturen und Stiche des 15. Jahrhunderts (Israel van Meckenem, Zasinger u. a.) geben davon genügsam Kunde. Bemerkenswert ist, daß mit dieser Verunstaltung des Oberkörpers Hand in Hand ging die Verunstaltung der Füße durch naturwidriges Schuhwerk: denn dies ist auch das Zeitalter der unmöglich schmalen und langen spitzen Schnabelschuhe.

War diese Mode einer frivolen Gesellschaft dazu angetan, die Brüste hoch- und vorzuheben und ebenso in unnatürlicher Weise den Unterleib vorzudrängen und so jene entstellten Frauenleiber zu schaffen, wie wir sie auch noch aus den Bildern von Dürer, Holbein und Lukas Kranach kennen, so erfüllte später das Korsett den entgegengesetzten Zweck: nämlich den Geschlechtscharakter des weiblichen Körpers möglichst und in scheinheiliger Weise zu verdecken dadurch, daß das Wachstum der Brüste verhindert wurde. Diesem Streben verdankten die bretthарten geraden Mieder ihr Dasein, die zur Zeit Philipps II. und seiner Nachfolger im Gebrauch waren. Sie treten uns auf den Frauenbildnissen jenes Zeitalters, so z. B. des großen Velasquez, in abschreckender Weise entgegen. In den Volkstrachten einiger Gegenden am Nordrande der Alpen, in Oberbayern und Tirol, nach Stratz auch in Nordfriesland, haben sich diese starren Mieder noch bis heute erhalten: tatsächlich mit dem Erfolg, die Brüste zu verkümmern und die Mütter unfähig zu machen, ihre Kinder selbst zu säugen. Daher gerade hier in den bayrischen Alpen die künstliche Ernährung der Säuglinge statt der natürlichen an der Mutterbrust vielfach die Regel – und dadurch hier auch die größte Kindersterblichkeit von ganz Westeuropa.

Umgekehrt suchte das Korsett des 18. Jahrhunderts, welches in der Blütezeit des Rokoko in unglaublicher Weise den Rumpf einschnürte und verunstaltete, den vermeintlichen Geschlechtscharakter des weiblichen Rumpfes wieder besonders zu betonen. Es sei nur an die Bilder aus der Glanzzeit Marie Antoinettens erinnert. Zwar räumte das Zeitalter der französischen Revolution auch hiermit auf und gelangte in Nachahmung der antiken Frauentracht schließlich zu der die Schnürbrust gänzlich entbehrenden, lang herabwallenden und dicht unter der Brust gegürteten Gewandung, die zumeist als Empiretracht bezeichnet wird. In Deutschland kennen wir diese vornehmlich aus den Bildnissen der Königin Luise. Wie sehr diese den Frauenkörper weder beengende noch entstellende Tracht bei gutem schlanken Wuchs den Anforderungen der Schönheit entsprach, mag man namentlich an dem bekannten Bild der Mme. Recamier von David bewundern. Weniger vorteilhaft wirkte dieser

Kleiderschnitt bei klein gewachsenen und stärker beleibten Frauen. Es sei dies alles deshalb hier angeführt, weil unter den Vorschlägen zur Verbesserung unserer Frauenkleidung auch die Rückkehr zur Frauentracht des napoleonischen Zeitalters vielfach empfohlen wird.

Leider kehrte mit der Zeit der Reaktion nach dem Wiener Kongreß auch der unselige Schnürleib zurück. Vergeblich wurde ein solcher bei der bekannten Wartburgfeier am 18. Oktober 1818 zugleich mit einem Korporalstock verbrannt — er behauptete sich siegreich das ganze 19. Jahrhundert hindurch bis auf unsere Tage.

Entstellung der Formen des Rumpfes.

Da wir für gewöhnlich Mädchen und Frauen nicht anders sehen und kennen als mit zusammengepreßter Rumpfmitte, so daß der Oberleib einen auf die Spitze gestellten Kegel, oben breit, unten schmal zulaufend bildet, und unterhalb der so gebildeten Einziehung die Darmschaufeln oder Hüften stark vorspringen, so haben wir ganz das Augenmaß dafür verloren, welche abscheuliche Entstellung der Frauenleib durch die übliche Tracht erduldet. Durch den Schnürleib wird die obere Brustgegend mit den Brüsten hoch- und vorgezwängt mit Emporhebung der Schultern und Schlüsselbeine. Die pralle Rundung der Brustgegend durch das Korsett entspricht selbst bei jungen Mädchen einer Größe der Brüste — wie sie nur stillenden Frauen zukommt. Die untere Brustgegend, und damit also der untere nachgiebige Teil des Brustkorbs, wird zusammengedrückt, der Unterleib in häßlicher Weise stärker hervorgewölbt. Die Umrißlinie des Frauenrumpfes, im Profil gesehen, erhält damit eine nicht nur übermäßige, sondern geradezu naturwidrige Betonung in den Hebungen und Senkungen ihres Verlaufs, wird selbst bei ganz alltäglicher, durchaus nicht auffallender Bekleidungsart zum Zerrbild des Profils, wie es ein ebenmäßig entwickelter schöner Frauenleib zeigt (Fig. 121). Dasselbe ist der Fall hinsichtlich der Seitenlinien des Rumpfes — denn am gesunden, noch unverdorbenen Leibe besteht keine „Taille", besteht nicht dies starke Ausladen der Hüftknochen, ja in den Weichen zwischen unterer Rippenwand und den Darmbeinschaufeln ist unmittelbar oberhalb der letzteren der Rumpf sogar etwas breiter. Man braucht nur die Korsettform zu vergleichen mit einem unverdorbenen Frauenrumpf, um den Ausruf des Malers Paul Schulze-Naumburg zu begreifen: „Wenn die Betreffende in dieser Kleidung sich plötzlich bewußt würde, was sie mit einer solchen Form ausdrückt, sie müßte doch nicht wissen, in welches Mauseloch sie sich vor Scham verkriechen sollte?" — —

Brust-höhle
Zwerch-fell
Bauch-höhle

Fig. 121. I. Weiblicher Körper ohne Korsett. II. Formveränderung durch das Korsett. Die ursprüngliche Form im Umriß mit eingetragen (nach Dickinson).

Zählen wir die nachteiligen Folgen der durch das Korsett verursachten Einschnürung auf, so sind die wesentlichsten folgende:

Verbildung des Brustkorbs.

1. Der **Brustkorb**, der auf dem durch seine Seitenwände gelegten senkrechten Durchschnitt trapezförmig, d. h. nach unten am breitesten ist, wird durch den Druck der Schnürbrust in seinem unteren Teil derart zusammengeschnürt, daß seine breiteste

Stelle in die Mitte zu liegen kommt. Die Folge ist, daß die Rippenbögen statt in rechtem, in sehr spitzem Winkel zusammenlaufen und sich in der Mittellinie fast berühren. Der Brustkorb als Ganzes verlängert sich (Fig. 122).

Vorwiegend Brustatmen.

Fig. 122. Durch Schnüren verbildeter Brustkorb eines 20jährigen Mädchens nach einem Präparat von Rüdinger (zu vergl. ob. mit Fig. 10).

2. Dadurch, daß die unteren Brustpartien zusammengepreßt und durch den festen Ring der Schnürbrust unbeweglich gemacht sind, wird das hier ausgespannte Zwerchfell, unser wichtigster Atemmuskel, entspannt und außer Tätigkeit gesetzt. Somit bleiben nur die oberen Lungenpartien noch voll atemfähig: die Atmung, für gewöhnlich in den breiteren unteren Lungenabschnitten vor sich gehend (Bauchatmen), wird infolge des Korsettragens auf die oberen Lungengegenden beschränkt: wird zum Brustatmen.

Man hat die vorwiegende Brustatmung der von früh an das Korsett oder den einschnürenden Rockbund gewöhnten Europäerin als etwas dem Weibe von Natur eigentümliches angesprochen und seine physiologische Notwendigkeit als in der Schwangerschaft, welche durch die Umfangszunahme des Bauchinhalts die Bewegungen des Zwerchfells beeinträchtigte, begründet sehen wollen.

Prüft man indes die Art der Atmung bei Weibern, welche nie ein Korsett noch einschnürenden Rockbund in der Körpermitte getragen haben, also eine freie naturgemäße Entwicklung des Rumpfes zeigen, so stellt sich stets heraus, daß auch solche vorwiegend Bauchatmung zeigen wie beim Manne. Umgekehrt: schnürt man einen Mann in ein Korsett, so stellt sich auch bei ihm vorwiegend Brustatmen ein.

Daraus geht also hervor, daß die vorwiegende Brustatmung beim Weibe nur ein Ergebnis der unnatürlichen Einschnürung der Rumpfmitte ist, und keine Geschlechtseigentümlichkeit darstellt.

Für gewöhnlich, d. h. bei ruhigem Verhalten, wird beim Manne wie beim ungeschnürten Weibe die Atmung in den unteren Lungenabschnitten erwirkt, durch die Zwerchfellatmung, die sich eben in der Atembewegung des Bauches ausdrückt. Sobald aber stärkere Ansprüche an die Lungenatmung gestellt werden und der Atemumfang bis zum mehrfachen gesteigert werden muß, dann wird auch hier die Brustatmung mit herangezogen. Letztere dient also gewissermaßen zur Reserve für außerordentliche Fälle. Solche Reserve fehlt aber beim festgeschnürten Weibe: daher denn die Korsetträgerin bei jeder größeren Anstrengung, bei schnellem Laufen, Treppensteigen, Tanzen usw. leicht außer Atem gerät und nicht so schnell ein ruhiges müheloses Atmen wiedererlangt.

Verkleinerung der Atemfläche überhaupt.

3. Aber nicht nur, daß stärkeren außergewöhnlichen Anforderungen an die Atmung infolge der Lahmlegung der unteren Lungenpartien durch das Korsett schwerer entsprochen werden kann: nein, auch die gewöhnliche Atmung bleibt eine ungenügende, da die Zusammenpressung der unteren Hälfte des Brustkorbes das

Lungenvolum, und damit die Atemfläche, verkleinert. Die Folge davon ist: verminderter Gasaustausch bei der Atmung, unzureichende Sauerstoffzufuhr zum Blute und damit Verkümmerung der wichtigsten Formbestandteile des Blutes, nämlich der roten Blutkörperchen; mit anderen Worten: Bleichsucht.

Bleichsucht.

Das Korsett trägt also zweifellos zur Entstehung von Blutarmut und Bleichsucht wesentlich bei. Wie häufig aber Bleichsucht bei unseren Mädchen ist, zeigen u. a. die Erhebungen von Axel Key, der bei den von ihm untersuchten höheren Mädchenschulen Stockholms fand, daß schon im 13. Lebensjahr 39,7 Prozent aller Schülerinnen bleichsüchtig waren; vom 16. Lebensjahr ab hielt sich die Ziffer auf 40,2 Prozent und darüber.

Schnürfurche der Leber.

4. Der unmittelbare Druck des Korsetts auf die seitlichen Brustwände drückt die Rippenbögen fest gegen die Unterleibsorgane ein. Hier ist es vorab die Leber, welche solch schädlichem Drucke unterliegt und eine oft recht tiefe Einfurchung ihrer Oberfläche, die sogenannte, dem Verlauf des rechten Rippenbogens entsprechende Schnürfurche zeigt.

Verschiebung des Magens.

5. Noch unheilvoller äußert sich aber diese Einschnürung der Rumpfmitte auf die Lage des Magens. Brust- und Bauchraum bilden im Rumpfe einen länglichen,

S

I. II. III. IV.

Fig. 123—126. Gestaltung der Leibeshöhle I. im Stehen ohne, II. mit Korsett; III. im Sitzen ohne, IV. mit Korsett. Man sieht bei II. und IV. die Einschnürung der Leibeshöhle in der Magengegend. S = Schambein (nach Dickinson).

in der Querrichtung ziemlich gleich weiten Hohlraum, der nur durch das verhältnismäßig dünne Zwerchfell in zwei Abschnitte geschieden wird. Dieser Hohlraum als Ganzes erhält in der Mitte infolge der Schnürung eine starke Verengerung und damit eine an die Form einer Sanduhr erinnernde Gestalt. Nun liegt aber gerade an der Stelle der Verengerung der Magen, und wird, da er nicht genügend Platz in dem engen Ring findet, nach abwärts gedrückt. Normalerweise ist der Schlauch des Magens quer gelagert. Der Einfluß des zusammenschnürenden Korsetts oder fest angezogenen Gürtels zwingt ihn aber immer mehr zu einer senkrecht nach unten gerichteten Stellung, indem der Magenausgang, der Pförtner, nach abwärts sinkt, bis ins Becken hinunter. — Diese Verlagerung des Magens hat sich in zahllosen Fällen feststellen — und bei noch jungen Mädchen durch dauerndes Ablegen des Korsetts auch wieder heilen lassen. Ein Heer von Magenbeschwerden und nervösen Krankheitserscheinungen, träge Verdauung, Frauenkrankheiten u. dergl. sind die Folge dieser Verlagerung der Baucheingeweide (Fig. 123 u. 124). Es sei übrigens

bemerkt, daß auch ohne Korsett die Befestigung der oft zahlreichen und schweren Unterröcke an einem die Weichen einschnürenden festen Rockbund (ebenso wie das Tragen eines fest angezogenen Riemens oder Gürtels beim Manne) ähnliche Wirkungen hervorruft.

Gesteigert wird diese Zusammenpressung der Rumpfhöhle in ihrer Mitte bei vornübergebeugtem Sitzen (Fig. 125 u. 126), so bei der Arbeiterin, die feinere Handarbeit fertigt; so bei der armen Näherin, die tagelang an der Nähmaschine sitzt; so bei dem wohlhabenderen Fräulein, das in schlechter Haltung regelmäßig auf dem Rad spazieren fährt. Bei zahlreichen Bewegungen wird die Einschnürung der Weichen ihre unheilvollen Einwirkungen nur noch in stark gesteigertem Maße ausüben: daher auch beim Turnen, Spielen, Rudern, Radfahren usw. das Tragen zusammenpressender Gürtel (schon Jahn eiferte gegen den Gebrauch des „Schmachtriemens") ebenso zu verbieten ist, wie das Korsett für Mädchen.

Reform der Frauenkleidung.

§ 58. Zur Reform der Frauenkleidung insbesondere für den Betrieb von Leibesübungen.

Nun ist es aber mit dem bloßen Verbieten des Korsetts nicht getan, insbesondere auch nicht beim Betrieb von Leibesübungen. Es besteht die Pflicht anzugeben, wie eine zweckmäßige Frauenkleidung beschaffen sein soll. Die meisten jungen Mädchen, welche bis dahin stets ein Korsett getragen, und nun behufs eifrigen Betriebs von turnerischen Übungen, von Spielen, Radfahren u. dergl. die Schnürbrust plötzlich ablegen, tragen schon nach den ersten Übungsstunden heftige Kreuzschmerzen davon, oft genug in solchem Grade, daß ihnen entweder der weitere Betrieb solcher Übung vergällt wird, oder daß sie schleunigst zur altgewohnten Einschnürung des Körpers zurückkehren.

Fragen wir nach den Ursachen dieser Schmerzen, so kommen wir auf eine weitere Folge des Korsettragens, die oben noch nicht hinreichend beleuchtet war: nämlich auf die Lahmlegung der Bauch- und Rückenmuskeln durch die Schnürbrust.

Lahmlegung der Bauch- und Rückenmuskeln durch das Korsett.

Die Bauchmuskeln, deren Fasern sich in verschiedenen Richtungen kreuzen (s. u. § 105), sind stetig belastet durch den Druck der Eingeweide, sind aber ihrerseits bei gesunder Entwicklung imstande, nicht nur diesem Druck entgegen zu wirken, sondern auch umgekehrt unter Umständen einen starken Druck auf den Inhalt der Bauchhöhle auszuüben. Für gewöhnlich gibt eine gesunde Bauchmuskulatur dem Druck der Eingeweide nur soweit nach, daß der Unterleib ganz leise nach vorn vorgewölbt ist. Die Profillinie des Unterleibs bildet daher einen Maßstab für die straffe Entwicklung dieser Muskeln. Es ist namentlich der vom Brustbeinende zur Schamfuge ziehende gerade Bauchmuskel (gr in Fig. 127), welcher durch die Druckwirkung des Korsetts eine Knickung erfährt, derart, daß er seiner Wirksamkeit beraubt wird (s. Fig. 128). So leistet denn der lahmgelegte Muskel auch der häßlichen Vorwölbung des Unterleibs, wie wir sie oben als Folge des Korsettragens kennen gelernt haben, keinen Widerstand mehr. Grade in dieser Lahmlegung der Bauchmuskulatur müssen wir die Ursache vieler Frauenkrankheiten, wie träge Verdauung, Hängebauch, Verlagerungen und Knickungen der Gebärmutter u. dergl., suchen. Eine richtige Körpererziehung des weiblichen Geschlechts hat auf die Übung und Kräftigung der Bauchmuskeln mit in allererster Linie Bedacht zu nehmen: diese Absicht wird aber durch den Schnürleib geradezu zunichte gemacht.

Ähnlich verhält es sich mit den langen Rückenmuskeln, deren Tätigkeit die schöne aufrechte Haltung des Körpers verdankt wird. In zwei Wülsten springen sie

in der Lendengegend rechts und links von der Reihe der Darmfortsätze der Lendenwirbelsäule, diese überragend, vor — aber systematisch werden sie geschwächt, einerseits durch die unmittelbare Druckwirkung des Korsetts auf die Kreuzgegend, andererseits dadurch, daß ihre haltende Tätigkeit ersetzt wird durch die Stahl- oder Fischbeineinlagen des Korsettpanzers. Kein Wunder, daß diese Muskeln schwächlich werden und entarten; daß der Rücken von stark sich schnürenden Frauen durch diese Verkümmerung der Muskulatur sein schönes Relief verliert und platt wird; kein Wunder auch, daß der Versuch, den gewohnten Stützapparat der Schnürbrust bei Leibesübungen abzulegen, mit heftigen Schmerzen der schwachen und nun plötzlich im Übermaß angestrengten Muskeln bezahlt wird. Daraus geht hervor, daß ein jüngeres Mädchen, welches schon längere Zeit an das Korsett gewohnt war, beim

Fig. 127. Normaler Frauenleib. gr: gerader Bauchmuskel.

Fig. 128. Einwirkung des Korsetts auf den geraden Bauchmuskel (gr) und die Rückenmuskeln (nach Schulze-Naumburg).

regelmäßigen Betrieb von Leibesübungen anfänglich nur stundenweise das Korsett ablegen, und durch geeignete Übungen (Rumpfübungen) die Bauch- und namentlich die Rückenmuskeln wieder allmählich kräftigen soll, bevor es endgültig eine naturgemäße Kleidung ohne Schnürbrust trägt.

Wie aber soll eine naturgemäße den Körper nicht entstellende Kleidung für Frauen und Mädchen beschaffen sein? Die Lösung dieser Frage bietet wissenschaftlich keine Schwierigkeiten — sie aber ins praktische übersetzen zu wollen, verlangt nicht mehr von unserer Frauenwelt, als daß sie sich dem Bann der herrschenden Mode rücksichtslos und mit Bewußtsein entzieht. Daran ist aber sobald nicht zu denken. Erst dann werden wir weiter kommen, wenn eine gesundheitliche Reform der Frauentracht selbst allgemein Mode wird, wenn vernunftgemäß gekleidete Frauen und Mädchen nicht mehr auffallen, und nicht mehr Märtyrerinnen solcher Reform zu sein

brauchen. Tatsächlich haben bisher auch die eindringlichsten Belehrungen und die eifrigsten Reformversuche noch keine allgemein gewordene Erfolge aufzuweisen.

Sogen. Reformkorsetts oder -gürtel.

Dazu tragen zunächst die mannigfachen mehr oder weniger geschickten Versuche bei, welche eine Reform, und zwar — hier liegt schon die Fehlerquelle offen — eine möglichst unauffällige Reform zwar versprechen aber nicht halten, welche das Korsett umgestalten oder gar beseitigen — aber den unnatürlichen Tailleneinschnitt beibehalten. Drum wird auch in den Anpreisungen all jener „Reformkorsetts", „Gürtel" usw. meist hervorgehoben: die „Schönheit der Figur" werde dadurch nicht beeinträchtigt. Wird doch selbst bei Reformvorschlägen von ärztlicher Seite schließlich zu betonen nicht vergessen: daß „keine Vernachlässigung heiliger Gesetze der Schönheit und Mode oder gar Verachtung der Gefühle der Männerwelt (!!) die Verbesserungen gezeitigt habe" (D. mediz. Wochenschrift 1900, Nr. 1). Endlich, wie sollte die Frauenwelt jenen falschen Schönheitsbegriff los werden, wenn sie immer und immer wieder in allen ihren zahllosen Modezeitschriften, in allen Preisverzeichnissen der ersten Modewarenhäuser, und tagtäglich in allen Anzeigen unserer Zeitungen nichts sehen als diese nichtsnutzigen entstellten Korsettfiguren mit ganz unmöglichen Rumpfformen. So hat man denn solche niedrigen gürtelförmigen Einschnürungen („corset ceinture" — dem sogar Dr. Stratz in seinem Buche über Frauenkleidung ein Loblied singt) ausdrücklich als besonders geeignet bezeichnet, um bei körperlichen Übungen getragen zu werden und daher „Sport-Gürtel" getauft.

Fig. 129. Sogenanntes „Reformkorsett" der Firma R. Herzog.

Sportgürtel.

Um die Schädlichkeit dieses Folterinstruments zu erkennen, genügt ein Blick auf die beigesetzte Fig. 130.

Bauchkorsett von Frau Dr. Gaches-Sarraute.

Eine andere Form des Korsetts erfand ein weiblicher Doktor der Medizin, — Frau Gaches-Sarraute in Paris. Sie wies ihrem Korsett als knöcherne Stützpunkte neben den unteren Rippen und der Lendenwirbelsäule vor allem die Kämme der Beckenschaufeln an. Dieses Bauchkorsett (corset abdominal) sollte imstande sein, die Unterkleidung zu tragen ohne Einschnürung der Taille. Vor allem aber sollte es geeignet sein, die Baucheingeweide in ihrer natürlichen Lage zu erhalten und deren Hinabsinken sicher zu vermeiden. In der Tat wird dieser letztere Zweck auch in zufriedenstellender Weise erreicht, ja bei schlaff gewordenem Unterleib, bei Hängebauch, starker Fettleibigkeit u. dergl. ist das Bauchkorsett der Frau Dr. Gaches-Sarraute zweifelsohne ein vortrefflicher Stützapparat. Anders liegt aber die Sache für

Fig. 130. „Sportgürtel"

Fig. 131. Profil des Frauenleibs beim Bauchkorsett von Gaches-Sarraute (vgl. o. Fig. 126).

gesunde Mädchen und Frauen. Für diese bedeutet das Bauchkorsett, wie der Vergleich der dem Buche der Frau Dr. Gaches-Sarraute entnommenen Fig. 130 mit Fig. 127 lehrt, eine neue Schädigung des Körpers und der Körperhaltung: nämlich die starke Einbiegung der Lendenwirbelsäule, wobei das Becken ganz steil gestellt wird, so daß die Gelenkpfannen des Hüftgelenks sich nach hinten verschieben und unter Vordrücken des gesammten Oberleibs jene „vogelartige" Haltung herauskommt, bei der die Beine scheinbar ganz hinten ansetzen. Die Figuren, welche Frau Gaches-Sarraute als „femme normale", angetan mit dem Bauchkorsett, wiederholt abbildet, haben alle diese entstellende, heutigem Ungeschmack aber als schön oder sagen wir „chic" erscheinende Haltung.

Leibchen als Korsettersatz.

Es ist hier nicht der Ort, eingehender auf die verschiedenen Vorschläge zur gesundheitlichen Verbesserung der Frauenkleidung einzugehen. Solange eine gründliche Änderung nicht zu erzielen ist, ist namentlich für heranwachsende Mädchen im Schulalter ein Leibchen zu empfehlen, wie es u. a. Meynert angegeben hat, mit stärkeren angehefteten Bändern, an welche die Röcke angeknöpft werden. Die Bänder sind so

Fig. 132—134. Leibchen als Ersatz für das Korsett nach Meynert.

angebracht, daß die Last der Röcke und Beinkleider sich möglichst auf Schultern und Rücken verteilt (Fig. 132—134).

Grundsätze für gesundheitsgemäße Änderung der Frauenkleidung.

Eine befriedigende Reform ist allerdings damit nicht erreicht. Eine solche muß davon ausgehen, daß die Last der Kleidung zu übertragen ist in erster Linie auf die Schultern, in zweiter auf die Hüftbeinkämme. Die Einwendungen dagegen, daß der Schultergürtel, wie beim Manne, so auch bei der Frau vorzugsweise mit dem Gewicht der Kleidung zu belasten sei, sind nicht stichhaltig. Die Atmung wird dadurch in keiner Weise beeinträchtigt und das Schultergerüst wird von einer starken tragfähigen Muskulatur gehalten. Bürden nicht unsere Mädchen und Frauen in der kälteren Jahreszeit ihren Schultern oft außerordentlich schwere, wattierte und bestickte Mäntel auf?

Weiter aber ist die Kleiderlast zu verringern durch die Einführung genügend warmhaltender Tuchbeinkleider an Stelle der Unterröcke. Dieses Beinkleid soll aus einem Stück mit dem den Rumpf umhüllenden Leibchen bestehen. Darüber ist dann ein leichtes Obergewand zu tragen. Es kann gerafft und umgeben werden durch einen breiten weichen Stoffgürtel dicht unter der Brust (nach dem Vorgang des Kleiderabschnitts zu Beginn des 19. Jahrhunderts: sogenannte Empirekleidung). Diese Tracht wird namentlich bei kleinen vollen Figuren am vorteilhaftesten sein. Oder es kann, für schlanke Mädchen zur Vornahme von Leibesübungen besonders geeignet, als Obergewand ein lose anschließendes Mieder getragen werden. Im letzteren Falle kann der natürlich fußfreie Rock auch ganz wegfallen. Die bis zum Knie reichende faltige sogenannte Pumphose oder geteilter Rock fängt bereits an in Deutschland

Turnkleidung für Mädchen.

bei erwachsenen Turnerinnen ganz allgemein zu werden. Ebenso bürgert sich nach dem dankenswerten Vorgehen von Sanitätsrat Dr. Thiersch, nach dem Vorbild des von diesem eingeführten „Leipziger Turnkleids“ an vielen Mädchenschulen die Sitte ein, über einer Turnhose den Rock so angeknöpft zu tragen, daß er beim Turnen einfach abgelegt zu werden braucht. Zu tadeln sind bei der üblich gewordenen Turnkleidung nur die vielfach beliebten sogenannten Matrosenkragen, welche derart auf die Schultern fallen, daß die Schulterstellung bei den Turnübungen nicht genau kontrolliert werden kann, das ist aber insbesondere, wie wir sehen, bei allen Haltungsübungen unbedingt notwendig. Nach dieser Richtung hin sind die Turn- und Spielkleider, welche unter der Anleitung von Frau von Recklinghausen von der „Kölner Ringwerkstätte“ für Reform der Frauenkleidung gefertigt werden, mustergültig.

Für eine gedeihliche körperliche Erziehung und Entwicklung unserer weiblichen Jugend zur Schönheit, Anmut und Gesundheit ist eine gründliche allgemeine Verbesserung der Frauenkleidung, eine Abkehr von der entstellenden, den Körper verbildenden und schwer schädigenden Tracht unseres Zeitalters die wichtigste Vorbedingung. Daher mußte auch an dieser Stelle dieser Frage etwas eingehender gedacht werden.

Knochen und Gelenke der Gliedmaßen.

Die Knochen und Gelenke der Gliedmaßen.

Die oberen Gliedmaßen zergliedern sich in Schultergerüst, Oberarm, Vorder- oder Unterarm und Hand.

§ 59. Schultergerüst (Fig. 135).

Schultergerüst.

Das Schultergerüst oder der Schultergürtel besteht aus dem rechten und linken Schlüsselbein sowie dem rechten und linken Schulterblatt. Der Gürtel ist nach

Fig. 135. Schultergürtel (bei hochgehobenem rechten Arm).

vorn, wo die Schlüsselbeine mit der Handhabe des Brustbeins verbunden sind, geschlossen, nach hinten aber offen, da sich die Schulterblätter nicht berühren. Den oberen Gliedmaßen ist hierdurch eine besondere Beweglichkeit gegenüber den unteren Gliedmaßen eigen, denn der Beckengürtel ist ringsum geschlossen. Insbesondere ist das Schulterblatt einer großen Beweglichkeit fähig, indem es sowohl nach verschiedenen Richtungen verschoben, als auch um seine Winkel gedreht zu werden vermag.

Schlüsselbein.

Das Schlüsselbein bildet die Verbindung der oberen Gliedmaßen mit den Knochen des Rumpfes oder Stammes; es ist der Strebepfeiler des Schultergelenks. Das Schlüsselbein ist ein mäßig S-förmig gekrümmter Röhrenknochen. Das innere dicke oder Brustende stützt sich auf das Brustbein, und ist mit diesem, d. h. dem halbmondförmigen Ausschnitt der Handhabe, beiderseits durch ein Sattelgelenk verbunden. Das äußere oder Schulterende ist breiter und dünner, und verbindet sich mittels eines straffen Gelenkes mit der Gräteneche des Schulterblatts zur Schulterhöhe, welche das Schultergelenk zwischen Oberarm und Schulterblatt überdacht.

Bei Menschen, die viele und starke Muskelarbeit mit den Armen verrichten, verdickt sich das Brustbeinende in besonderem Grade und tritt, die Krümmung des Knochens vermehrend, stark vor. Bei zarteren Frauen ist die Biegung weniger ausgesprochen, und dadurch der Übergang vom Hals zur Brust ein sanfterer.

Fig. 136. Schulterblatt. Vorderansicht.

Fig. 136a. Schulterblatt. Hinteransicht.

Als alleiniger Vermittler der Verbindung zwischen den Knochen des Stammes und denen der oberen Gliedmaßen ist das Schlüsselbein sehr beweglich, weshalb Brüche des Schlüsselbeins nicht so leicht in tadellos genauer Richtung heilen.

Schulterblatt.

Das Schulterblatt ist ein flacher, stellenweise sehr dünner dreieckiger Knochen, der wie ein Schild auf dem Brustkorb liegt. Es reicht von der zweiten bis zur achten Rippe. Man unterscheidet am Schulterblatt eine vordere und eine hintere Fläche, drei Ränder, drei Winkel und zwei Fortsätze (Fig. 136 u. 136a).

Die vordere, dem Brustkorb aufliegende Fläche ist leicht ausgehöhlt zur Unterschulterblattgrube. Die hintere Fläche wird durch ein vorragendes Knochenriff, die Schultergräte, in zwei Gruben geteilt: die obere kleinere oder Obergrätengrube, und die untere größere oder Untergrätengrube. Von den drei Rändern ist der innere Rand der längste und scharf; der äußere kürzer und dicker; der obere konkav gekrümmt und zeigt am äußeren Ende einen tiefen Einschnitt.

Der untere Schulterblattwinkel ist abgerundet; der obere innere spitzig ausgezogen; der obere äußere aufgetrieben, massiv, mit senkrecht gestellter ovaler

Gelenkgrube für das Schultergelenk. Dieser Gelenkteil ist durch eine Furche, den Hals, abgegrenzt.

Die Schultergräte verlängert sich zur Gräteneke oder Schulterhöhe, mit kleiner Gelenkfläche zur straffen Verbindung mit dem Schlüsselbein.

Zwischen der Gelenkfläche für das Schultergelenk und dem Einschnitt des oberen Rands entspringt ein dicker Fortsatz, der Rabenschnabelfortsatz. Er überwölbt das Schultergelenk, kreuzt sich mit dem Schlüsselbein, nach vorn und außen sich gleich einem halbgebogenen Finger krümmend, und ist unter dem Schulterblattende des Schlüsselbeins als harter Knopf fühlbar. Der Rabenschnabelfortsatz ist Ursprungspunkt für wichtige Oberarmmuskeln (kurzer Kopf des 2köpfigen Armmuskels und Rabenarmmuskel).

Oberarmbein.

Das Oberarmbein besteht aus Mittelstück und zwei Endstücken. Das obere Ende, der kugelige überknorpelte Gelenkkopf für das Schultergelenk, heißt der Kopf des Oberarms, einer Einschnürung, dem Hals, aufsitzend (Fig. 137 und 138).

Nach vorn und außen befinden sich unterhalb des Kopfes zwei Höcker: der kleinere nach vorn, der größere nach außen stehend; sie setzen sich in zwei rauhe Leisten fort, welche zum Muskelansatz dienen. Zwischen beiden Höckern ist eine Furche für die lange Ursprungssehne des zweiköpfigen Armmuskels.

Das untere Ellbogenende ist flacher, und endet in den walzenförmigen Gelenkkopf, welcher in zwei Teile zerfällt:

Gelenkkopf
Hals
Großer
Kleiner
Oberarmhöcker
I.
Vordere flache Grube
Köpfchen
Rolle
Kopf
Hals
Großer Oberarmhöcker
II.
Hintere tiefe Grube
Äußerer Knorren
Innerer Knorren
Rolle

Fig. 137 u. 138. Oberarmknochen. I. Vorder-, II. Hinteransicht.

a) Die Rolle, ein querer, tief gefurchter Cylinder, der von dem großen Halbmondausschnitt der Elle im Ellbogengelenk umfaßt wird; darüber eine vordere flache und hintere tiefe Grube: in erstere greift bei stärkster Neigung im Ellbogengelenk der Kronenfortsatz der Elle ein, in letztere bei stärkster Streckung der Hakenfortsatz der Elle (s. o. Fig. 21).

b) Das kugelige Köpfchen zur Verbindung mit der Speiche.

Seitlich befinden sich zwei Knorren: ein äußerer kleinerer, die Ursprungsstelle für die Streckmuskeln, ein innerer größerer, die Ursprungsstelle der Beugemuskeln des Unterarms.

Zwischen dem inneren Knorren und der Rolle ist eine Furche zur Aufnahme des Ellbogennerven, der also hier sehr oberflächlich liegt und unsanfter schmerzhafter Berührung durch Stoß und dergl. leicht zugänglich ist (im Volksmund: „Musikantenknochen").

§ 60. Das Schultergelenk.

Schultergelenk.

Das Schultergelenk ist das beweglichste Gelenk des Körpers, da dem großen runden Oberarmkopf nur eine flache Gelenkgrube am Schulterblatt entspricht und die Gelenkkopsel weit und schlaff ist. Durchbohrt wird letztere von der Sehne des langen Kopfes des zweiköpfigen Armmuskels, welche in der Gelenkhöhle selbst vom oberen Rand der Schultergelenkfläche des Schulterblatts entspringt.

Mechanismus des Hochhebens der Arme.

Der Oberarm ist allseitig im Schultergelenk beweglich, nur die Bewegung nach aufwärts ist eine beschränkte, da sie sowohl beim Seitwärts= wie beim Vorwärtshochheben des Armes eine Weiterführung des Arms im Gelenk nicht weiter gestattet als ein wenig über die wagerechte Haltung hinaus (Erhebung von 112° aus dem senkrechten Abwärtshängen). In dieser Stellung stößt der äußere und größere Oberarmhöcker an das Gewölbe der Schulterhöhe — welches von der Gräteneck des Schulterblatts und dem Schulterende des Schlüsselbeins gebildet wird — an. Von da ab vollzieht sich die weitere Hebung des Arms aus der Seithebhalte zur Hochhebhalte nicht mehr im Schultergelenk, sondern im Gelenk zwischen Brustbein und Schlüsselbein, so daß die ganze Schulter sich mithebt. Diese Hebung der Schulter, d. h. der Schulterhöhe ist soweit möglich, daß die Schulterhöhe, für gewöhnlich in gleicher Höhe etwa mit dem zweiten Brustwirbel liegend, höher fast als der untere Kinnrand steht. Das entspricht einer Hebung der Schultern um 10 cm. Dabei dreht sich das Schlüsselbein aus seiner gewöhnlichen Lage nach auf= und zugleich rückwärts (s. Fig. 132 links). Das Schulterende markiert sich deutlich bei dieser Bewegung durch eine Einsenkung am Schlüsselbeinursprung des Deltamuskels, der hier mit seinem Muskelfleisch in einem starken Wulst beginnt.

Fig. 139. Verlagerung des Schulterblatts bei hochgehobenem rechten Arm. — Photographie von A. Londe in Paris Richter: (Physiologie artistique).

Dieser Bewegung des Schlüsselbeins oder vielmehr der Schulterhöhe folgt nun auch das Schulterblatt, und zwar dreht sich dieses um eine senkrecht durch seinen oberen äußeren Winkel am Gräteneck gehende Achse in der Weise, daß die Gräteneck nach oben geht, der innere obere Winkel sich senkt, und der untere Winkel sich von der Wirbelsäule weit entfernend, nach außen in die Achselhöhle begibt (Fig. 139). Bei Figuren mit möglichst senkrecht hochgehobenem Arm springt deshalb der untere Winkel des Schulterblatts im Seitenkontur des von vorn gesehenen Rumpfes unterhalb der Achselhöhle stark vor — so bei Darstellungen des Gekreuzigten mit parallel nach oben angehefteten Armen. — Der Muskel, welcher die Hebung der Schulter als ganzes, sowie zum teil auch die Drehung des Schulterblatts bewirkt, ist der Trapez= oder Kappenmuskel (s. d.).

Der Umfang dieser Bewegung beträgt etwa 35°, die zu den lediglich im Schultergelenk bewirkten 112° hinzukommen. Wird der Arm einer Seite noch weiter in der Richtung nach aufwärts zu bringen gesucht, so ist dies nur möglich durch eine gleichsinnige Verbiegung in der Wirbelsäule und Bewegung in den Hüftgelenken, wie auch Fig. 137 zeigt. —

Freiheit der Armbewegungen.

Die Beweglichkeit und Drehbarkeit des Schulterblatts ermöglicht aber auch sonst eine große Freiheit der Armbewegungen, wie sie im Schultergelenk allein nicht möglich wäre. So können die Arme weit mehr nach vorne gebracht werden dadurch, daß die Schulterblätter an die Seiten des Brustkorbes rücken. Dagegen nähern sich die Schulterblätter mit ihrem innern Rand einander und der Wirbelsäule, wenn beide Arme nach hinten geführt werden. Das seitliche Auseinanderweichen der Schulterblätter tritt z. B. ein, wenn die Arme auf der Brust gekreuzt werden. Dagegen gehen die Schulterblätter mit ihrem inneren Rand dicht neben die Wirbelsäule, wenn die Arme auf dem Rücken gekreuzt werden. Ein gleiches ist der Fall, wenn bei strammer militärischer Haltung die Schultern stark zurückgenommen werden.

Seitliche Verschiebung der Schulterblätter.

Heben und Senken der Schulter.

In ähnlicher Weise ändert sich die Stellung der Schulterblätter bei jeder Hebung und Senkung der Schultern überhaupt.

Sind die Schultern gesenkt, so steht der innere Rand der Schulterblätter senkrecht abwärts, parallel der Wirbelsäule; sind die Schultern gehoben, so steht der äußere Schulterblattrand senkrecht, und der innere hat die Richtung von oben innen nach unten außen.

Die gewohnheitsmäßige Mittellage der Schultern ist individuell sehr verschieden. Bei zarten, muskelschwachen und energielosen Individuen läßt die geringe Spannung und Schwäche der die Schultern haltenden und hebenden Muskeln die Schultern herabhängen: „niedere" Schultern. Umgekehrt bei kräftigen Menschen, mit starker Spannung der Nackenmuskeln, sind die Schultern hochgezogen: „hohe" Schultern. Sind solche besonders stark ausgesprochen, so braucht man schon die Bezeichnung: „der Kopf steckt zwischen den Schultern".

Im ersteren Falle — bei herabhängenden Schultern — erscheint der Hals lang, im letzteren kurz, wenn auch die Halswirbelsäule selbst in beiden Fällen gleich lang ist. Die großen Unterschiede, welche bei kurz- und langhalsigen Personen hinsichtlich der Form des Halses bestehen, sind also nicht bedingt durch Verschiedenheiten in der absoluten Länge der Halswirbelsäule, sondern durch die Art, wie die Schultern getragen werden.

Ein kurzer gedrungener Hals besteht demnach bei kräftiger Hals- und Schultermuskulatur, sowie bei Hochstand des Brustkastens. Bei faßförmiger Brust (s. o.) ist dann gedrungener Hals oft mit Kurzatmigkeit verbunden. Bei langem Hals — Schwanenhals — ist die Hals- und Schultermuskulatur stets schwächlich und schlaff.

Verschiedene Länge des Oberarms Hebens und Senkens.

Da das Schultergelenk seinen Drehpunkt nicht unmittelbar an der Schulterhöhe hat, sondern unterhalb davon, so scheint der wagerecht erhobene Oberarm um ein Achtel seiner Länge kürzer zu sein, als der herabhängende Oberarm. Es ist bereits oben im § 7 darauf aufmerksam gemacht (s. dort auch Fig. 8).

§ 61. Der Vorderarm.

Der Vorderarm.

Zwei Knochen bilden die feste Unterlage des Vorder- oder Unterarms:

Die Elle und die Speiche, erstere an der Kleinfingerseite gelegen, die Speiche an der Daumenseite (Fig. 140).

Elle.

A) Die Elle. Das obere Ende der Elle ist dicker als das untere und hat einen tiefen, halbmondförmigen Ausschnitt zur Umfassung der Rolle des Oberarms. Die obere dicke und rauhe Ecke des Ausschnittes ist der Hakenfortsatz (Olecranon), welcher in die hintere Grube über der Rolle eingreift, und die Spitze des Ellbogens bildet; die untere stumpf zugespitzte Ecke ist der Kronenfortsatz, welcher in die vordere Grube über der Elle eingreift. Seitlich am Kronenfortsatz ist eine halbmondförmige Vertiefung für das Köpfchen der Speiche. Unter dem Kronenfortsatz bezeichnet eine rauhe Stelle den Ansatz des inneren Oberarmbeugers. —

Das Mittelstück ist dreikantig: die schärfste Kante in der Speiche zugewendet.

Das untere dünne Ende bildet das Köpfchen mit einer Gelenkfläche zur Verbindung mit der Handwurzel; am hinteren Umfang des Köpfchens befindet sich der griffelförmige Fortsatz der Elle.

Fig. 140.

Speiche.

B) Die Speiche. Die Speiche ist oben dünn und unten breit: also umgekehrt wie die Elle.

Das obere Ende zeigt das runde Köpfchen mit flach ausgehöhlter Gelenkgrube; darunter einen rauhen Höcker: Ansatzstelle des zweiköpfigen Armbeugers.

Das dreieckige Mittelstück wendet seine schärfste Kante der Elle zu.

Am unteren dickeren Ende ist eine größere Gelenkfläche zur Verbindung des Vorderarms mit der Handwurzel, und ein seitlicher Ausschnitt, in welchen sich das Köpfchen der Elle legt. An der vorderen Seite der kurze griffelförmige Fortsatz der Speiche.

Unterschiede von Elle und Speiche.

Unterschiede von

Elle:	Speiche:
oben dick;	unten dick;
Köpfchen am unteren Ende, liegt im halbmondförmigen Ausschnitt der Speiche;	Köpfchen am oberen Ende, liegt im halbmondförmigen Ausschnitt der Elle; —
ragt um die Höhe des Hakenfortsatzes weiter nach oben als die Speiche;	ragt mit ihrem unteren Ende weiter nach unten als die Elle;
vermittelt die feste Verbindung mit dem Oberarm.	geht die Hauptverbindung mit den größten Knochen der ersten Handwurzelreihe und damit der Hand ein.

Diese Verschiedenheiten ermöglichen, wie wir unten noch sehen werden, die außerordentliche Beweglichkeit des Unterarms und der Hand.

§ 62. Das Ellbogengelenk.

Ellbogengelenk.

Das Ellbogengelenk vereinigt in sich drei Knochen: Oberarm, Elle und Speiche, und setzt sich aus drei verschiedenen, gelenkigen Verbindungen (im Gegensatz zum Kniegelenk) zusammen (Fig. 141).

Äußerer Knorren
Äußeres Seitenband
Ringband der Speiche
Innerer Knorren
Inneres Seitenband
Kronenfortsatz der Elle
Köpfchen des Oberarms
Rolle
Elle

Fig. 141. Ellenbogengelenke geöffnet.

1. Gelenk zwischen Elle und Oberarm, das eigentliche Ellbogengelenk, nach Art eines quergestellten Scharniers gebaut, mit einer Gelenkkapsel und zwei seitlichen Verstärkungsbändern, die jede seitliche Verbiegung nach der Ellen- wie nach der Speichseite hindern. Die einzig mögliche Bewegung ist mithin Beugung und Streckung.

Der Umfang der Beugung findet seine Begrenzung durch das Eingreifen des Kronenfortsatzes in die vordere Oberarmgrube, sie ist möglich bis zu einem spitzen Winkel. Der Umfang der Streckung wird bestimmt durch das Eingreifen des Hakenfortsatzes in die hintere Oberarmgrube: die Streckung ist dadurch meist nur bis zu dem Punkte möglich, wo Oberarm und Elle eine einzige gerade Linie bilden. Nur ausnahmsweise findet, namentlich bei jungen Mädchen, eine geringe Überstreckung im Ellbogengelenk statt. — Der Gesamtspielraum der Beugung und Streckung beträgt etwa 150^0 (s. o. Fig. 22). —

Drehung der Speiche.

Elle
Köpfchen der Speiche

Fig. 142. Drehung der Speiche um die Elle.

2. Gelenk zwischen Speiche und Oberarm. Die Speiche steht mit dem vorigen Gelenk nur in sehr lockerer Verbindung, so daß sie zwar der Beuge- und Streckbewegung folgt, aber ganz ungehindert in ihrer Sonderbewegung ist.

3. Gelenk zwischen Elle und Speiche. Durch ein besonderes Ringband ist das Köpfchen der Speiche an die halbmondförmige Grube der Elle festgehalten und dreht sich darin um seine eigene Achse. Da die Speiche kein gerader Knochen ist, sondern gekrümmt, und zwar so, daß ihr unteres Ende nach außen vor der Elle liegt, so bewirkt die Drehung des Knochens um seine Achse, daß das untere Ende einen Kreisbogen beschreibt. Das untere Ende der Speiche begibt sich also, die in ihrer Lage verbleibende Elle kreuzend, und sich über diese lagernd, nach innen von der Elle (Fig. 140). Da die Hand vorzugsweise mit der Speiche verbunden ist, so folgt sie dieser Bewegung, derart, daß der Daumen, welcher bei paralleler Lage von Speiche und Elle nach außen liegt, nunmehr nach innen zu kommt. Sah vorher die Handfläche nach vorn oder oben, so sieht nunmehr der Handrücken nach vorn oder oben. Diese Bewegung heißt Einwärtswendung des Daumens oder der Hand (Pronation oder Risthaltung), die Rück-

führung des einwärts gewendeten Daumens: Auswärtswendung des Daumens oder der Hand (Supination oder Kammhaltung).

Die Bewegung der Aus- und Einwärtswendung der Hand vollzieht sich unabhängig von Beugung oder Streckung des Unterarms zum Oberarm in jeder hier möglichen Stellung. — Der Spielraum des Daumens beträgt 180° bei feststehendem Oberarm.

Kommt dazu die im Schultergelenk mögliche Drehung des Oberarms — welche ebenfalls annähernd 180° betragen kann — so nähert sich der Drehwinkel der Hand 360°, also 4 rechten Winkeln: d. h. wir können die herabhängende Hand beinahe um sich selbst drehen, den Handteller sowohl auf dem Wege der Auswärtswendung, wie auf dem der Einwärtswendung nach außen kehren.

Diese Vereinigung der Drehungsachse des Oberarms mit der Drehungsachse der Speiche nennt man auch die Längs- oder Konstruktionsachse des Arms.

§ 63. Das Knochengerüst der Hand.

Knochen der Hand.

Die Knochen der Hand zerfallen in: 1. die der Handwurzel, 2. der Mittelhand und 3. der Finger.

Fig. 143. Schulterblatt. Arm und Handknochen.

Fig. 144. Die Handwurzel nach der Handfläche zu gerichtet.

Handwurzel.

1. Die Handwurzel besteht aus 8 Knochen, die in zwei Viererreihen geordnet sind. Ihre Namen sind vom Daumen an gezählt.

1. Reihe: Kahnbein, Mondbein, dreieckiges Bein, Erbsenbein;

2. Reihe: Großes und kleines vielseitiges Bein, Kopfbein, Hakenbein (Fig. 144); zu merken in dem Verschen:

Es fährt der Kahn im Mondenschein
Ums Dreieck mit dem Erbsenbein;
Vielseitig groß, vielseitig klein,
Der Kopf muß bei dem Haken sein.

8*

Neuerdings werden folgende Bezeichnungen auch gebraucht: 1. Reihe: 1. Speichenbein, 2. Zwischenbein und 3. Ellenbein; auf der Hohlhandfläche das Erbsenbein.

2. Reihe: 1. 2. 3. u. 4. Handwurzelbein oder: Trapezbein; Trapezoidbein; Kopfbein; Hakenbein.

Von den vier Knochen der ersten Reihe helfen nur die drei ersten das Gelenk mit dem Vorderarm (Speiche) bilden. Von den Knochen der zweiten Reihe ist mit dem ersten, dem großen vielseitigen Bein der Daumen, d. h. dessen Mittelhandknochen, durch ein Sattelgelenk verbunden.

Die Eckknochen beider Reihen springen an der inneren oder Hohlhandfläche als die vier Handwurzelhöcker sichtbar vor, also Kahn- und großes vielseitiges Bein an der Daumenseite, Erbsen- und Hakenbein an der Kleinfingerseite (Fig. 145).

Monatslinie
Kopflinie
Innere Handwurzelhöcker
Lebenslinie
Äußere Handwurzelhöcker
Querfurchen

Fig. 145. Handteller mit seinen Furchen.

Queres Handband

Fig. 146.

Das Ganze der Handwurzel ist nicht platt, sondern gebogen wie ein Halbring, dessen konvexe Seite nach dem Handrücken, dessen konkave Seite nach dem Handteller gerichtet ist.

Zwischen den Eckknochen oder Handwurzelhöckern ist ein starkes Band ausgespannt, das quere Handwurzelband. Dasselbe hält:

1. die beiden Knochenreihen der Handwurzel in ihrer bogenförmigen Wölbung fest; und ist
2. eine schützende Brücke für die vom Vorderarm zu den Fingern verlaufenden Sehnen (Fig. 146).

Mittelhand.

2. Die Mittelhand. Der Mittelhandknochen sind fünf; der des Daumens, kürzer als die anderen, ist für sich mit der Handwurzel durch ein Sattelgelenk stark beweglich verbunden. Die vier anderen, in einer Ebene nebeneinander liegend, bilden den breitesten und unbeweglichsten Teil der Hand. Man unterscheidet an jedem Mittelhandknochen das obere an die Handwurzel anstoßende Ende, das prismatische Mittelstück und das untere Ende oder Köpfchen. —

Finger.

3. Die Fingerglieder. Wir zählen 5 erste, 5 zweite und 4 dritte (der Daumen hat nur zwei) Fingerglieder. An den äußeren Fingergliedern befindet sich je ein Nagelwulst.

§ 64. Die Gelenke der Hand.

Gelenke der Hand.

Handwurzelknochen und Mittelhand sind durch feste Bänder zu einem äußerst starken und widerstandsfähigen Ganzen verbunden (durch Aufschlagen mit der Handwurzel Steine zu zertrümmern ist ein altes Kunststückchen von Jahrmarkts-Athleten), dem gleichwohl nicht eine außerordentlich vielseitige Beweglichkeit fehlt.

Man gruppiert zweckmäßig diese Knochenverbindungen in zwei Handgelenke.

Das erste Handgelenk wird gebildet von der Speiche und der ersten Reihe der Handwurzelknochen. Die Elle reicht nicht so weit herab, um das dreieckige oder Ellen-Bein, den dritten Knochen der ersten Handwurzelreihe direkt zu berühren. Das Erbsenbein, der vierte Knochen der ersten Reihe, ist nichts als ein Anhängsel des dritten. Beim ersten Handgelenk stellt die Speiche gewissermaßen die Pfanne, die Handwurzelknochen der ersten Reihe stellen den Gelenkkopf dar. Das Gelenk ist ein Scharniergelenk, dessen Fläche jedoch von einem Rand zum andern gekrümmt ist.

Das zweite Handgelenk, zwischen erster und zweiter Reihe der Handwurzelknochen, ist ebenfalls ein Scharniergelenk. Es zeichnet sich durch eine gebrochene Gelenkfläche aus, derart, daß nach dem Daumen zu die erste Wurzelreihe den Kopf, die zweite die Pfanne bildet, während nach dem Kleinfinger hin dies Verhältnis umgekehrt ist (s. Fig. 144).

Die Achsen dieser beiden Scharniere verlaufen aber nicht parallel, sondern sie kreuzen sich. Die Bewegung in jedem einzelnen dieser Gelenke erzielt also keine einfache Beugung und Streckung der Hand im Sinne der Längsachse von Unterarm und Hand, sondern die Bewegung ist bei beiden Gelenken schräg gerichtet.

Beugung (nach der Handfläche) bloß im ersten Gelenk wendet die Hand zugleich der Speiche zu.

Streckung (nach dem Handrücken) bloß im ersten Gelenk wendet die Hand zugleich nach der Elle zu.

Umgekehrt im zweiten Gelenk: Hier wendet die Beugung zugleich nach der Elle, Streckung zugleich nach der Speiche zu.

Dadurch, daß sich diese Bewegungen im gleichen oder im entgegengesetzten Sinne verbinden können, und eine Bewegung bloß im ersten oder zweiten Handgelenk für sich allein nicht stattfindet, vielmehr stets beide Gelenke an der Bewegung teilnehmen, ergeben sich vier Biegungsrichtungen der Hand:

1. Biegung nach der Hohlhand: Beugung in beiden Gelenken. Die gleichzeitigen Neigungen nach der Speiche im ersten, nach der Elle im zweiten Handgelenk heben sich gegenseitig auf. – Die Biegung nach der Hohlhand ist möglich bis zu einem Winkel von 65°.

2. Biegung nach dem Handrücken oder Streckung in beiden Gelenken. Die entgegengesetzten Begleitbewegungen zur Elle und Speiche heben sich wiederum auf. — Die Biegung nach dem Handrücken oder Streckung der Hand ist möglich bis zu einem Winkel von 60°.

3. Biegung der Hand nach der Speich- oder Daumenseite. Im ersten Gelenk Biegung nach der Hohlhand — Beugung, im zweiten Gelenk entgegengesetzt Biegung nach dem Handrücken — Streckung.

Da Streckung und Beugung sich aufheben, so bleiben die Begleitbewegungen — in beiden Fällen Biegung nach der Speiche — sich verstärkend übrig.

Die Biegung nach der Speiche ist nur möglich bis zu einem Winkel von 20°, da der Griffelfortsatz der Speiche eine weitere Bewegung in dieser Richtung hemmt.

4. Biegung nach der Elle oder Kleinfingerseite. Im ersten Gelenk Biegung nach dem Handrücken — Streckung, im zweiten Gelenk Biegung nach der Handfläche – Beugung, die sich gegenseitig aufheben: bleiben also die Begleitbewegungen nach der Elle, bis zu einem Winkel von 30° möglich. —

Gehen diese vier Bewegungen ineinander über, so macht die Hand eine kreisende Bewegung.

Zur Ausführung dieser Bewegungen dienen besondere zu den vier Ecken der Handwurzel gehende Muskeln.

Dadurch, daß die beiden Handgelenke stets zusammen bewegt werden, bildet trotz der mannigfaltigen Bewegungen der Übergang von Arm zu Hand niemals eine scharfe Knickung wie bei den anderen Gelenken, sondern stets eine runde Biegung, was der Bewegung der Hand besondere gefällige Anmut verleiht.

Fingergelenke.

§ 65. Die Fingergelenke.

Gelenke des 2. bis 5. Fingers.

1. Gelenke des 2. bis 5. Fingers. Die vier Mittelhandknochen, welche mit ihren oberen Enden an der 2. Handwurzelreihe festliegen, tragen auf ihren Köpfen die vier dreigliedrigen Finger: Zeige-, Mittel-, Ring- und Kleinfinger (Fig. 145).

Die Gelenke zwischen Mittelhandknochen und erstem Fingerglied nennt man Grundgelenke der Finger. Es sind freie Gelenke mit großer Beweglichkeit nach der Hohlhand hin (Beugung) und geringeren nach den Seiten (Auseinanderspreizen oder Abziehen und Wiederaneinanderlegen der Finger oder Anziehen). Die Streckung im Grundgelenk kann ein wenig über die geradlinige Stellung nach dem Handrücken zu hinausgeführt werden — doch sind je nach Übung und Straffheit der Bänder die individuellen Unterschiede hier nicht unbeträchtlich. Im Mittel beträgt der Gesamtspielraum der Beugung und Streckung in den Grundgelenken über 90°. Durch Verbindung der Beuge- und Streckbewegung mit der Bewegung des An- und Abziehens kann jeder Finger im Grundgelenk eine kreisende Bewegung machen.

Fig. 147.

Die Fingergelenke zwischen jedem 1. und 2., und jedem 2. und 3. Fingerglied sind reine Scharniergelenke, gestatten nur Beugung bis zum rechten Winkel und Streckung bis zum geraden. Starke Seitenbänder verhindern jede seitliche Ausbiegung.

Die Fingerglieder sind — vom ersten zum dritten Glied abnehmend — ungleich lang, und hierdurch zum Umfassen von Gegenständen von verschiedenster Größe und Gestalt, also zur Greiftätigkeit, besonders geeignet.

Gelenke des Daumens.

2. Gelenke des Daumens. Das Gelenk zwischen 1. und 2. Daumenglied ist von demselben Bau wie die anderen Fingergelenke. Anders das Grundgelenk des Daumens — zwischen Mittelhandknochen des Daumens und erstem Daumenglied — in welchem nur Beugung und Streckung, noch dazu in geringem Maße, möglich ist, indem die Beugung einen halben rechten Winkel eben erreicht; die Streckung bis zur geraden geht. Nur bei einzelnen Personen vermag der Daumen in diesem Gelenk nach hinten zu eingeknickt zu werden — Überstreckung —, was dann als absonderliches Kunststückchen gilt.

Was dem Grundgelenk an Beweglichkeit abgeht, wird aber mehr als aufgewogen durch das Sattelgelenk zwischen Mittelhandknochen des Daumens und der Handwurzel. Dieses Gelenk gibt dem Bau der Hand das charakteristische Gepräge gegenüber dem Fuße.

Sattelgelenk des Daumens.

Nicht nur, daß hier der Daumen sich zur Hohlhand, ja etwas zum Handrücken hin zu bewegen vermag, daß er ferner zur Reihe der anderen Finger hinan- und wieder abgezogen werden kann: die Befestigung des Mittelhandknochens des Daumens am großen vielseitigen Bein, welches seinerseits aus der Reihe der Handwurzelknochen stark hervorspringt, ermöglicht es dem Daumen, parallel dem Handteller nach dem Kleinfingerrand sich zu bewegen; sich mit seiner Hohlhandfläche der Hohlhandfläche der anderen Finger beliebig gegenüber zu setzen; mit seiner Spitze die Spitzen aller anderen Finger zu berühren. Sind im letzteren Falle die Finger hakenartig gekrümmt, so kann der Daumen mit jedem dieser eine Art von Zange darstellen zum Erfassen der mannigfachsten Gegenstände. Diese Bewegungsmöglichkeit des Daumens wird Gegenstellung des Daumens genannt. Dem Großzeh des Fußes geht sie ab. Die Möglichkeit der Gegenstellung ist es, welche in Verbindung mit der besonderen Größe des Daumens die Menschenhand zu einem so vollkommenen Werkzeuge gestaltet. Die Hand der Affen ist zwar ähnlich gebaut: indes ihr schmaler Bau und ihr kurzer Daumen geben der Affenhand vorzugsweise die Eigenschaft eines Kletter- und Greiforgans (Fig. 148 u. 149), welches bei weitem an die Vollkommenheit der Menschenhand nicht heranreicht. Eine sehr schmale und lange Menschenhand nähert sich also dem Affentypus und entspricht nicht dem Ideal einer Menschenhand, mag auch überfeinerter Geschmack schmale Hände namentlich bei der Frau für schön halten.

Die Hand als Werkzeug.

Fig. 148 u. 149. Hand des Gorilla.

Dadurch, daß der Mittelhandknochen des fünften, des Kleinfingers, nach der Hohlhand zu etwas beweglich ist, kann in Verbindung mit der Gegenstellung des Daumens der Handteller zu einem kugeligen Hohlraum gewölbt werden. Die Hohlhand wird so zum Schöpfen von Flüssigkeit befähigt (Becher des Diogenes), und vermag in Verbindung mit den gebogenen Fingern eine Kugel von der Größe einer Billardkugel fast vollkommen zu umgreifen.

So ausgerüstet mit einer vielfältigen Beweglichkeit, in Bewegung gesetzt durch zahlreiche Muskeln (27 Knochen zählt das Handskelett, welche durch 40 Muskeln bewegt werden), versehen namentlich an den Fingerenden mit reichlichen Tastnerven, welche die denkbar feinste Abschätzung über Lage, Oberfläche, Gestalt, Beschaffenheit, Temperatur usw. der umgebenden Dinge der Außenwelt gestatten, versehen ferner mit Muskelnerven, welche das feinste Muskelgefühl und staunenswert genaue Kraft- wie Gewichtabschätzung vermitteln, ist die Menschenhand, zugleich Sinnesorgan wie Arbeitsinstrument, das vollkommenste aller Werkzeuge in der Natur.

Nichts naheliegender als der Gedanke, die Fertigkeit der Hand, welche einer so staunenswerten Ausbildung fähig ist, planmäßig bei der Jugend zu schulen und zu entwickeln. Indes ein Organ, welches im Leben in so unendlich mannigfacher Weise praktisch betätigt wird, widerstrebt einer jeden rein formalen Gymnastik. Darum laufen die mit langsamem Erfolg fortschreitenden Bemühungen, die Entwicklung der

Handfertigkeitsunterricht.

Handfertigkeit in die Erziehungsgegenstände der schulpflichtigen Jugend einzureihen, darauf hinaus, daß die Geschicklichkeit der Hand möglichst an bestimmten praktischen Hantierungen zu entwickeln versucht wird. Schon die Philantropisten — Gutsmuths schrieb eine Anweisung zur Kunst des Drehens, Metallarbeitens und Schleifens als Anhang zu seiner grundlegenden Gymnastik für die Jugend — pflegten solch praktischen Handfertigkeitsunterricht. Die neuere Bewegung, von Dänemark (Rittmeister Clauson von Kaas 1876) ausgehend, fand in Deutschland ihren Mittelpunkt in dem „Deutschen Verein für Knabenhandarbeit", und ihren Hauptförderer in Emil von Schenckendorff. —

Beim Turnen in Frei- und Gerätübungen kommt die Hand wenig zu ihrem Rechte. Das Gerätturnen in Stütz und Hang entwickelt zwar die Muskelkraft bestimmter Muskeln der Hand, ist aber belanglos für deren feinere Bewegungsfähigkeit, ja vermag solche sogar zu beeinträchtigen. Die Gelenke der Handwurzel werden namentlich stark in Anspruch genommen beim Fechten, beim Keulenschwingen, sowie beim Stabwinden — bei übertriebener Übung nicht immer zum Vorteil der Gebrauchsfähigkeit der Hand. Einen unverkennbaren Vorzug haben hier die Ballspiele, welche die Greiftätigkeit der Hand zu hoher Vollkommenheit ausbilden.

Knochen- und Gelenke der unteren Gliedmaßen.

Knochen und Gelenke der unteren Gliedmaßen.

Die unteren Gliedmaßen gliedern sich in: Beckengürtel, Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß.

§ 66. Der Beckengürtel.

Beckengürtel.

Der Knochenring des Beckens wird gebildet von den beiden Hüftbeinen und dem Kreuzbein (Fig. 150).

Vorgebirge
5. Lendenwirbel
Darmbein
Kreuzbein
Vorderer oberer Darmbeinstachel
Kopf des Oberschenkelbeins
Hals des Oberschenkelbeins
Großer Rollhügel
Schambein
Sitzbein
Schamfuge
Kleiner Rollhügel
Oberschenkelbein

Fig. 150. Das Becken von vorn gesehen.

Becken.

Das Becken trägt die auf das Kreuzbein aufgebaute Wirbelsäule, und stützt sich seinerseits in den Hüftgelenken auf die Gelenkköpfe des Oberschenkels.

Das Hüftbein zerfällt beim Kinde in drei Knochen:

1. Das Darmbein über
2. Das Sitzbein unter
3. Das Schambein nach innen von

} der Gelenkpfanne des Hüftgelenkes.

Beim Erwachsenen schmelzen die drei Teile des Beckens zu einem Knochen zusammen (Fig. 151).

Darmbein.

a) Das Darmbein. Der dickste Teil des Knochens, der Körper, nimmt an der Bildung der Pfanne für den Kopf des Oberschenkels teil, und bildet den oberen Teil der Pfanne. Darüber erhebt sich die dünnere Platte oder Darmbeinschaufel mit einer äußeren und einer inneren Fläche. Die innere Fläche wird durch einen von hinten und oben schräg nach unten und vorn gehenden Vorsprung, der sich als innere Bogenlinie auf das Schambein hin fortsetzt, in eine kleine untere (Seitenwand des kleinen Beckens) und größere obere (Seitenwand des großen Beckens) Abteilung geteilt. Die größere obere Abteilung ist vorn am Schaufelstück konkav ausgehöhlt und glatt — Darmbeingrube —, nach hinten rauh mit einer ohrmuschelförmig gestalteten überknorpelten Fläche zur festen Verbindung mit der entsprechenden Fläche des Kreuzbeins.

Fig. 151. Seitenansicht des Beckens.

Der Begrenzungsrand des Darmbeins zerfällt in folgende Abschnitte:

1. Der obere Rand oder Kamm (Hüftkamm) des Beckens, in der seitlichen Bauchgegend als untere Grenze der Bauchweichen gut durchfühlbar, manchmal auch sichtbar, breit, abgerundet, mit äußerer, mittlerer und innerer Lefze zum Ansatz für die drei breiten Bauchmuskeln.

2. Der vordere Rand
3. Der hintere Rand

} jeder von ihnen mit halbmondförmigem Ausschnitt, dessen Ecken als oberer und unterer Stachel bezeichnet werden.

Der vordere obere Darmbeinstachel, gut durchfühlbar, und an nicht allzu fettreichen Leibern auch unter der Haut erkenntlich, ist als Meßpunkt für die Feststellung verschiedener Körperverhältnisse wichtig. Namentlich läßt die Lage der beiden oberen Darmbeinstacheln leicht erkennen, ob das Becken wagerecht steht, oder seitlich schief gerichtet ist. — Dem vorderen oberen Darmbeinstachel als Ansatzpunkt für Muskel und Bänder werden wir später noch begegnen.

4. Der untere Rand ist tief ausgeschweift und bildet den oberen Teil des hinten am Becken gelegenen großen Hüftbeinausschnittes.

Sitzbein.

b) Das Sitzbein. Das Sitzbein hat einen ab- und einen aufsteigenden Ast und einen Körper. Der Körper bildet die untere Wand der Hüftgelenkspfanne; der hintere Rand des Körpers bildet den unteren Teil des großen Hüftbeinausschnittes und endet im Sitzbeinstachel.

Der absteigende Ast endet im dicken und rauhen Sitzknorren.

Schambein.

c) Das Schambein. Der Körper des Schambeins bildet die innere Wand der Pfanne. Der horizontale Ast geht nach vorn und innen, und ist mit einem scharfen, nach innen am Schambeinhöcker endenden Kamme (Schambeinkamm) versehen: Fortsetzung der inneren Bogenlinie des Darmbeins.

Der absteigende Ast vereinigt sich mit dem aufsteigenden Sitzbeinast nach hinten; nach innen aber mit dem gleichnamigen Knochen der anderen Seite zur festen in der Mittellinie des Körpers gelegenen Schamfuge (die Symphyse).

Scham- und Sitzbein umgeben das unten und hinten von der Pfanne gelegene Hüftloch.

Die kugelig ausgehöhlte Hüftgelenkgrube oder Pfanne wird also von den drei Stücken des Hüftbeins gemeinsam gebildet. Die rauhe Umgrenzung der Pfanne ist kein vollkommener Kreis, sondern zeigt am unteren und inneren Umfang einen Ausschnitt, von welchem aus eine nicht überknorpelte vertiefte Stelle, die Pfannengrube bis zum Grund der Pfanne reicht. Die überknorpelte Gelenkfläche der Pfanne erhält dadurch eine halbmondförmige Gestalt.

§ 67. Gelenke, Fugen und Bänder am Becken.

Fugen und Bänder des Beckens.

Ein so gut wie unbewegliches Gelenk verbindet beiderseits das Kreuzbein fest mit dem Becken.

Vorn wird der Beckenring durch die Schamfuge geschlossen.

Fig. 152. Bänder des Beckens und des Hüftgelenks.

Feste Bänder verstärken den Zusammenhalt sowohl des Kreuz-Darmbeingelenks wie der Schamfuge.

Bänder, welche vom Kreuzbein zum Sitzknorren und zum Sitzbeinstachel ziehen,

verwandeln die hinteren Hüftbeinausschnitte in Löcher. Diese starken Bänder helfen den Boden des kleinen Beckens bilden und sind zugleich Ansatzstellen für Muskeln (Fig. 152).

§ 68. Das Becken als Ganzes.

Das Becken als Ganzes.

Setzt man ein ausgelöstes knöchernes Becken auf die drei Punkte: rechter und linker Sitzknorren und Steißbeinspitze, so hat es in der Tat Ähnlichkeit mit einem Wasserbecken, dessen Wand vorn und hinten so ausgebrochen ist, daß nur zwei Seitenstücke — die Darmbeinschaufeln — stehen geblieben sind. Die vordere große Lücke wird von den Bauchdecken, die hintere kleinere von den letzten Lendenwirbeln geschlossen.

Das Becken teilt man ein in das große und kleine Becken.

Das große Becken ist gewissermaßen nur die breite Umrandung des kleineren.

Kleines Becken.

Das kleine Becken bildet eine nach unten kegelförmig sich verengende Höhle. Der obere Eingang des kleinen Beckens oder schlechtweg Beckeneingang genannt, wird gebildet vom oberen Rand der Kreuzbeinbasis, oder dem Vorgebirge, der Bogenlinie der beiden Darmbeine und dem Schambeinkamm der beiden Schambeine. Beim männlichen Becken, wo das Vorgebirge des Kreuzbeins mehr vorragt, ist diese Grenzlinie des Eingangs zum kleinen Becken etwas herzförmig gestaltet, beim weiblichen Becken oval. Die hintere Wand des kleinen Beckens bilden die vordere Kreuzbein- und Steißbeinfläche, die vordere Wand die Schamfuge, die Seitenwände die das rechte und linke Hüftloch umgebenden Scham- und Sitzbeinäste.

Die untere Öffnung oder der Beckenausgang wird gebildet von der Spitze des Steißbeins, den Kreuzbein-Sitzknorren-Bändern und Kreuzbein-Sitzstachel-Bändern, den Sitzknorren, den aufsteigenden Sitzbein-, den absteigenden Schambeinästen. Die Gestalt des Beckenausgangs ist herzförmig, wobei das Steißbein den eingebogenen Rand des Herzens darstellt.

Die Verbindungslinie der Mitte des Vorgebirges mit dem oberen Rand der Schamfuge heißt der gerade Beckendurchmesser. Er wird rechtwinklig gekreuzt vom queren Durchmesser, welcher die entferntesten Punkte des Beckeneingangs miteinander verbindet.

Der Winkel, welchen der gerade Beckendurchmesser mit dem Horizont bildet, gibt die Beckenneigung an. Im Mittel beträgt er 60°—65°.

§ 69. Geschlechtsunterschiede des Beckens.

Geschlechtsunterschiede im Bau des Beckens.

Das Becken bildet in seinem Bau das beständigste und unanfechtbarste geschlechtliche Merkmal des menschlichen Skeletts, und bedingt einen Unterschied, der kaum

Fig. 153. Seitenansicht des Beckens vom Menschen.

Fig. 154. Seitenansicht des Beckens vom Gorilla.

Fig. 155. Seitenansicht des Beckens vom Gibbon (nach Huxley).

verborgen werden kann: Frauen in männlicher Tracht, z. B. auf der Bühne, werden am ehesten an der Breite des Beckens (Ausbiegung der Hüften) als solche erkannt.

Beim Tiere stehen die schmalen Darmbeine senkrecht. Auch das Becken der höheren Affen ist steil gerichtet (Fig. 153—155). Es ist eine Folge des aufrechten

Fig. 156. Männliches Becken.

Ganges der Menschen, daß sich die Darmbeine nach außen richten, und eine Stütze für die Baucheingeweide bilden. Dazu kommt beim Weibe noch die Notwendigkeit, der Leibesfrucht einen sicheren Halt zu bieten, was besondere Unterschiede im Bau des männlichen und weiblichen Beckens bedingt. Das männliche Becken ist mehr

Fig. 157. Weibliches Becken.

eng und hoch; das weibliche Becken weit und kurz; dadurch stehen beim Weibe die Pfannen der Hüftgelenke sowie die Sitzknorren weiter auseinander — letzteres für die richtige Form des Sattels beim Fahrrad für Mädchen wichtig —, und müssen die Oberschenkel, wenn die Unterschenkel parallel dicht nebeneinander stehen sollen,

mehr nach innen geneigt sein, konvergieren. Beim Mann ist der Eingang zum kleinen Becken mehr herzförmig, beim Weibe breitoval (Fig. 156 und 157).

Nicht bei allen Menschenrassen sind die Geschlechtsunterschiede im Bau des Beckens gleich ausgeprägt. Am meisten ausgesprochen ist die rundliche Fülle der Hüften bei der Europäerin, auch abgesehen davon, daß die Modetrachten hier die Hüftbreite noch zu übertreiben suchen (Korsett). Es muß indes darauf hingewiesen werden, daß die stärkste Ausladung der Hüften bestimmt wird durch die beiden großen Rollhügel der Oberschenkel.

Bemerkenswert ist, daß die weiblichen Figuren antiker Bildwerke meist ziemlich schlanke Hüften zeigen. Vergleicht man entsprechende antike und neuzeitliche Bildwerke miteinander, so fällt gleich auf, daß bei letzteren die Hüften der im Alter der Reife dargestellten Weiber häufig ausladender gebildet sind. Ob dies tatsächlich darauf hinweist, daß die Europäerin der Neuzeit breithüftiger ist als die Griechinnen zur Zeit eines Phidias und Praxiteles waren, mag dahingestellt sein.

§ 70. Das Oberschenkelbein.

Oberschenkelbein.

Das Oberschenkelbein ist der größte und schwerste Knochen des Körpers. Er zerfällt in Mittelstück, oberes und unteres Ende (Fig. 158 und 159).

Das Mittelstück ist etwas nach vorn gekrümmt, auf dem Durchschnitt dreieckig gestaltet. Die hintere Kante ist besonders als rauhe Linie ausgesprochen.

Das obere Ende trägt den rundlichen Oberschenkelkopf. Die Form des Kopfes beträgt $^2/_3$ einer Kugeloberfläche. Auf seiner Kuppe zeigt der Kopf eine kleine rauhe Grube: Ansatz des runden Gelenkbandes im Innern des Hüftgelenks. An den Kopf schließt sich der lange Hals. Hals und Kopf stehen in stumpfem Winkel zum Mittelstück. Am Übergang vom Hals zum Mittelstück stehen zwei Höcker: die Rollhügel. Der große Rollhügel liegt nach außen, als starker, am Körper gut durchfühlbarer, auch im äußeren Umriß sich deutlich aussprechender Knochenvorsprung; nach innen und tiefer liegt der kleine Rollhügel. Die Rollhügel sind die Hebelarme für die Drehmuskeln des Schenkels. Nach vorn und hinten sind die Rollhügel durch vorspringende Knochenleisten verbunden, namentlich stark ausgesprochen ist diese Leiste nach hinten, wodurch hier eine tiefe Grube, die hintere Rollhügelgrube entsteht.

Fig. 158 u. 159. Oberschenkelknochen: Vorder- und Hinteransicht.

Das untere Ende des Oberschenkelbeins trägt die beiden Gelenkknorren: einen inneren und einen äußeren. Nach vorn sind sie durch eine überknorpelte Stelle verbunden: hier gleitet die Kniescheibe mit ihrer überknorpelten hinteren Fläche auf und nieder. Nach hinten liegt zwischen den Knorren die tiefe (nicht überknorpelte) Kniekehlengrube.

§ 71. Das Hüftgelenk.

Hüftgelenk.

Das Hüftgelenk ist neben dem Kniegelenk das stärkste und festeste Gelenk des Körpers, von ähnlichem Bau wie die Nußgelenke der Mechanik. Der Kopf des Oberschenkels stellt $^2/_3$ einer Kugeloberfläche dar, die Pfanne eine Halbkugel von entsprechender Größe (s. Fig. 21). Die knöcherne Pfanne wird aber dadurch vertieft, daß rings an ihren Umkreis ein Ring von Faserknorpel angeheftet ist, so daß also der Kopf bis über seinen größten Umfang von der Pfanne umfaßt wird. Der Knorpelring überbrückt den Einschnitt am unteren und inneren Pfannenrand, wodurch hier ein Loch entsteht, welches den Durchtritt ernährender Gefäße in die Pfannenhöhle gestattet.

Fig. 160. Geöffnetes Hüftgelenk.

Das Hüftgelenk ist umgeben von einer starken Gelenkkapsel. Sie wird durch ein ungemein festes und dickes Verstärkungsband, das Darmbeinschenkelband oder das Bertinische Band an ihrer vorderen Seite verstärkt (s. o. Fig. 152).

Bertinisches Band.

Das Bertinische Band ist das dickste Band des Körpers, dicker als Achillessehne und Kniescheibenband. Es entspringt vom unteren vorderen Darmbeinstachel, und geht in dreieckiger Form zu der die Rollhügel vorne verbindenden Knochenleiste. Ein Teil des Bandes umgreift in zwei sich hinten vereinenden Schenkeln den Hals des Oberschenkels wie eine umgelegte Schlinge (Webersches Ringband).

Das Bertinische Band hat für die aufrechte Stellung und den aufrechten Gang des Menschen besondere Wichtigkeit. Ohne daß es Beugung und Drehung im Hüftgelenk hemmt, beschränkt es die Streckung in ihm und verhindert das Hintenüberkippen des Rumpfes.

Beim Rumpfbeugen vorwärts beugt sich tatsächlich der Rumpf als Ganzes im Hüftgelenk zu den feststehenden, im Knie stark gestreckten — „durchgedrückten" —

Beinen. Dazu kommt, wenn die Beugung so weit gehen soll, daß mit den Fingerspitzen die Füße berührt werden, noch Beugung des Kopfes, sowie der Hals- und der Lendenwirbelsäule (s. o. Fig. 50). Beim Rumpfbeugen rückwärts sind es dagegen hauptsächlich nur Kopf und Wirbelsäule, die eine Biegung erfahren, während das Becken durch die gespannten Bertinischen Bänder gehindert wird, sich zwischen den Schenkelköpfen stärker als um 30° nach hinten zu drehen. Der Rumpf hängt gewissermaßen an den Bertinischen oder Darmbeinschenkelbändern, und wird durch sie gehindert, nach rückwärts umzukippen.

Schlaffheit der Bänder.

Bekanntlich gibt es Menschen, bei welchen die Gelenkbänder teils durch Naturanlage, teils durch unablässige entsprechende Übung in früher Kindheit außergewöhnlich dehnbar werden. Ein bekanntes Kunststück solcher „Schlangenmenschen" besteht darin, den Rumpf derart zurückzubringen, daß der Kopf von hinten her zwischen die Beine gebracht werden kann. Hier ist denn auch das Bertinische Band weit schlaffer und nachgiebiger, als gewöhnlich.

Rundes Band.

Ein weiteres wichtiges Band des Hüftgelenkes ist das früher bereits genannte, innerhalb des Gelenkes gelegene runde Band, welches vom Einschnitt des Pfannenrandes zur Grube des Gelenkkopfes gehend, letzteren an die Pfanne heftet.

Wirkung des äußeren Luftdrucks auf das Hüftgelenk.

Wie geht es nun zu, daß das Hüftgelenk, ohne frühzeitig abgenützt zu werden, oder durch Heraustreten des Kopfes aus der Gelenkverbindung seinen Zusammenhalt zu verlieren, trotz stetiger Körperbelastung in so hervorragender Weise Festigkeit mit Gelenkigkeit verbindet? Beim Nußgelenk der Mechaniker müssen die Ränder des Gelenklagers die Kugel des Gelenkes über deren Äquator hinaus umfassen, d. h. die Vertiefung des Gelenklagers oder der Pfanne muß mehr als 180° betragen, sonst fällt die Gelenkkugel einfach aus der Pfanne heraus. Die knöcherne Pfanne des menschlichen Beckens hat aber nicht einmal eine Vertiefung von 180°; erst der Faserknorpelring vertieft die Pfanne derart, daß der Kopf mit $^2/_3$ seiner Kugeloberfläche umfaßt wird. An sich ist aber dieser Knorpelring zu schwach, um den Kopf dauernd im Gelenk zurück zu behalten. Das Gewicht des Beins — etwa 10 Kilogramm beim Erwachsenen — würde ihn bald abnutzen. Auch der Bandapparat ist es nicht, der den Kopf festhält, denn man kann an der Leiche die Gelenkkapsel rundum durchschneiden, ohne daß der Kopf aus dem Gelenk herausfällt. Mithin ist noch eine andere zusammenhaltende Kraft vorhanden: und das ist der äußere Luftdruck.

„Das schwebende Bein, so heißt es in dem klassischen Werke der Gebrüder Weber: „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge" (1836), hängt also am Rumpfe, bloß gehalten und getragen durch den Druck der atmosphärischen Luft, und kann nur herabfallen, wenn dieser Druck vermindert oder der luftdichte Verschluß zwischen Schenkelkopf und Beckenpfanne aufgehoben wird."

Nach der Berechnung der Gebrüder Weber übertrifft aber die Größe der Kraft, mit welcher der Luftdruck auf das Hüftgelenk wirkt, um ein geringes das Gewicht des Beins, hält mithin dem Gewicht des Schenkels im Pfannengelenk vollkommen das Gleichgewicht. Der Schenkel kann dadurch bei seinen Bewegungen wie ein Pendel ohne Reibung schwingen.

Auf die entsprechende Theorie des menschlichen Ganges, wonach die Bewegungen des Schenkels beim Gehen den Gesetzen der Pendelschwingungen folgen, werden wir später zurückkommen.

§ 72. Bewegungen im Hüftgelenk.

Bewegungen im Hüftgelenk.

Da das Hüftgelenk ein freies Gelenk, wie das Schultergelenk, so ist auch seine Beweglichkeit eine allseitige.

Für die turnerische Betrachtung sind einzelne Hauptbewegungen hervorzuheben:

Beugen und Strecken im Hüftgelenk.

A) Beugen und Strecken um eine quere für beide Gelenke übereinstimmende Achse. Es ist dies die wichtigste Bewegung, welche für das Stehen, Gehen, Steigen, Laufen, Springen usw. am meisten in Betracht kommt. Dabei ist zu unterscheiden:

1. Der Rumpf behält seine Stellung und die Schenkel werden gegen den Rumpf gebeugt (turnerisch: „Beinheben") oder gestreckt („Beinsenken").

2. Die Beine stehen unbeweglich fest und der Rumpf wird gegen den Schenkel gebeugt oder gestreckt („Rumpfbeugen vorwärts und rückwärts").

3. Sowohl Rumpf wie Beine werden gegeneinander bewegt (z. B. beim Sprung) (Fig. 161—163).

Die Querachse, welche durch beide Hüftgelenke gelegt ist, tritt am oberen Rand des großen Rollhügels heraus und gibt zugleich die größte Hüftbreite an. Dieser

I II III

Fig. 161—163. I Beugung des Schenkels gegen den Rumpf. II Beugung des Rumpfes gegen den Schenkel. III Beugung des Rumpfes und des Schenkels gleichzeitig.

Punkt — oberer Rand des großen Rollhügels — behält daher beim Strecken und Beugen seine Lage zum Becken unverändert bei. Er liegt in einer Linie, welche vom oberen vorderen Darmbeinstachel zum Sitzknorren gezogen wird.

Der Spielraum der Bewegung des Beugens und Streckens beträgt $1^{1}/_{2}$ R = 135° (Fig. 164).

Beugung.

Gänzlich kann dieser Spielraum nur ausgenützt werden, wenn der Beugung in der Hüfte sich die Beugung im Knie zugesellt: das gestreckte Bein kann höchstens bis zu einem rechten Winkel, also zur Wagrechthaltung gehoben werden. Die an der Rückseite des Oberschenkels gelegenen, vom Sitzknorren zum Unterschenkel gehenden Beugemuskeln des Knies verhindern durch ihre Spannung ein weiteres Beugen oder Heben des Schenkels. Erst wenn durch Beugung im Knie diese Muskeln entspannt sind, kann der Schenkel soweit gebeugt oder gehoben werden, daß die Fläche des Schenkels den Unterleib berührt.

Die Streckung des Schenkels (Rückwärtsführen des Beins) oder des Rumpfes (Rückwärtsbeugen des Rumpfes) wird begrenzt durch das sich spannende Bertinische Band. Deswegen kann auch bei aufgerichtetem Rumpfe das Bein rückwärts nur

wenig gehoben werden — höchstens bis zu 30°. — Soll die Hebung weiter gehen, bis zur Horizontalen etwa, so folgt der ganze Rumpf dem Zuge des Bertinischen Bandes, und beugt sich nach vorwärts, so daß Rumpf und rückwärts gehobenes Bein gewissermaßen ein starres Ganze bilden, welches um eine in der Mitte, im Hüftgelenk gelegene Achse sich dreht (s. o. Fig. 69).

An- und Abziehen.

B) An- und Abziehen des Schenkels (turnerisch: „Bein seitwärts heben und senken" und „kreuzen"). Der Spielraum dieser Bewegung ist nahezu ein rechter Winkel = 90°. In der aufrechten gestreckten Stellung kann nur das Abziehen (Bein seitwärts heben) bis zum halben rechten Winkel ausgeführt werden. Nicht jedoch das Anziehen, wobei das bewegte Bein am Standbein zum Kreuzen der Beine vorüber bewegt wird. Im Stand kann so nur die eine Kniescheibe über die andere gebracht werden, so daß die Unterschenkel allein sich kreuzen (Fig. 165). Erst in der halbgebeugten Stellung des Sitzens können auch die Oberschenkel übereinander gebracht werden und sich kreuzen.

Fig. 164. B Beugung. S Streckung im Hüftgelenk; a b Richtung des Bertinischen Bandes.

Fig. 165.

Bei feststehendem Bein kann auch umgekehrt das Becken und mit ihm der Rumpf gegen den Schenkel an- und abgezogen werden („seitwärts Rumpfbeugen").

Rollbewegung.

C) Die Rollbewegung des Beins („auswärts- und einwärtsdrehen") um die vom Drehpunkt des Gelenks im Innern des Beins verlaufende Achse. Der Umfang auch dieser Bewegung — er beträgt nahezu einen rechten Winkel — kann ganz nur in Halbbeugung des Schenkels ausgenutzt werden.

Bei fixiertem Bein kann umgekehrt das Becken um dieselbe Achse eine Rollbewegung ausführen. Dies geschieht z. B. beim Rumpfdrehen nach rechts und links, wenn diese Drehung über 30° hinaus bewirkt werden soll.

§ 73. Knochen des Unterschenkels.

Knochen des Unterschenkels.

Die langen Knochen des Unterschenkels sind das Schienbein und das Wadenbein, dazu kommt noch die Kniescheibe.

1. Das Schienbein.

Schienbein.

Das Schienbein (Tibia oder Flötenbein, da der Knochen an die Form einer Schalmei erinnert, deren Mundstück der Knöchel ist) ist der weitaus stärkere der beiden langen Unterschenkelknochen, an Dicke und Gewicht das Wadenbein um das vierfache übertreffend.

Gelenkknorren
Köpfchen des Wadenbeins
Schienbein-höcker
Schienbein-kamm
Äußerer Knöchel
Innerer Knöchel

Fig. 166. Schienbein und Wadenbein.

Das Mittelstück ist eine dreikantige Säule. Vorn befindet sich der scharfe Schienbeinkamm, durch die hier dünne und gespannte Haut, weil unbedeckt von Muskelfleisch — Verletzungen und Geschwüre heilen hier besonders schwer zu — gut fühlbar und sichtlich. Am Beginn des Kammes ist oben ein rauher Höcker: Ansatz der Sehne des großen vierköpfigen Schenkelstreckers. An der hinteren Fläche die schief von außen und oben nach unten und innen verlaufende Kniekehlenlinie.

Das dicke überknorpelte obere Ende zeigt die beiden seitlich vorspringenden Gelenkknorren, in der Mitte getrennt durch eine rauhe Leiste, an welche sich die im Kniegelenk liegenden Kreuzbänder heften. An der äußeren Seite, nach hinten zu ist eine kleine Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Wadenbein.

Am unteren Ende ist eine viereckig gestaltete Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Sprungbein, die nach innen auf einen kurzen starken Fortsatz, den inneren Knöchel übergeht (Fig. 166).

2. Das Wadenbein.

Das Wadenbein.

Ähnlich wie am Unterarm die Speiche, ist auch beim Unterschenkel das Wadenbein zwar gleich lang wie sein Nebenknochen, jedoch tiefer gestellt. Das obere Endstück reicht daher nicht an den Oberschenkelknochen heran, und nimmt an der Bildung des Kniegelenks nicht teil. Es endet mit dem Köpfchen, welches an den äußeren Gelenkknorren des Schienbeins sich anlegt. Das Mittelstück ist vierkantig, die vordere Kante besonders scharf. Das untere Endstück bildet den äußeren Knöchel, der nach innen (ebenso wie der innere Knöchel) überknorpelt ist, zur gelenkigen Verbindung mit dem Sprungbein. Dies wird also von Schien- und Wadenbein mit ihren Knöcheln wie von den beiden Zinken einer Gabel umfaßt.

Schien- und Wadenbein sind so gut wie unbeweglich verbunden: a) oben durch das straffe Schienbein-Wadengelenk; b) in der Mitte durch das Zwischenknochenband; c) unten durch vordere und hintere Knöchelbänder.

3. Die Kniescheibe.

Kniescheibe.

Die Kniescheibe ist eine abgerundete Knochenplatte von kastanien- oder herzförmiger Gestalt. Die vordere Fläche ist rauh, die hintere in zwei glatten nebeneinanderliegenden Gelenkflächen überknorpelt. Die Kniescheibe ist fest eingelassen in die starke Sehne des vierköpfigen Schenkelstreckers.

§ 74. Das Kniegelenk.

Das Kniegelenk.

Das Kniegelenk ist das mächtigste Scharnier des Körpers. In Bau- und Verrichtung in manchem Betracht ähnlich dem Ellbogengelenk, zeigt es doch auch durchgreifende Verschiedenheiten, welche darin beruhen, daß im Ellbogen die Beweglichkeit, im Knie die Tragfähigkeit vorzugsweise zu berücksichtigen waren.

Vergleich zwischen Ellbogen und Kniegelenk.

Während im Ellbogengelenk zur Beugung und Streckung zwischen Oberarm und Elle noch die Achsendrehung der Speiche als wichtige Bewegung hinzukam, ist im Kniegelenk das der Speiche des Arms entsprechende Wadenbein fest an das Schienbein angeheftet. Die geringe aber nur bei gebeugtem Knie mögliche Achsendrehung des Unterschenkels (Einwärts- und Auswärtswendung) wird allein vom Schienbein ausgeführt.

Beim Ellbogengelenk wird der Umfang der Streckung über die Gerade hinaus beschränkt durch den Hakenfortsatz der Elle, der sich gegen den Oberarmknochen stemmt; beim Kniegelenk durch Bänder: die Kreuzbänder im Innern des Gelenks.

Fig. 167. Kniegelenk von vorne; die Kniescheibe in ihrer Lage erhalten.

Dem Hakenfortsatz entspricht die nun zum selbständigen Knochen gewordene Kniescheibe: nur daß die Kniescheibe sich an der eigentlichen Gelenkverbindung nicht beteiligt, sondern lediglich ein Leitknochen für die Lage der Strecksehne während der Bewegung des Kniegelenks ist, und zugleich wie ein Schild den Spalt des Gelenks von vorn her schützt.

Am gestreckten oder nur ganz leicht gebeugten Bein bildet die Kniescheibe deutlich vortretend den Gipfel des Knies. Nähert sich die Beugung einem rechten Winkel, so springt die Kniescheibe mit ihren Rändern nicht mehr vor — sondern es ist die Gelenkrolle des Oberschenkels, welche vortritt und das Relief des Knies bestimmt. —

Bänder des Kniegelenks.

Kein Gelenk des Körpers hat einen so verwickelten Bandapparat; er ist bedingt durch die besonderen Aufgaben, denen das Kniegelenk zu genügen hat.

Die Bänder und Teile des Kniegelenks sind folgende (Fig. 167 u. 168):

Gelenkkapsel. Seitenbänder.

1. Die das ganze Gelenk umschließende Gelenkkapsel, dünnwandig und weit.
2. Zwei verstärkende Seitenbänder, welche seitliche Ausbiegungen verhüten, und bei gestrecktem Knie die Gelenkflächen fest zusammenhalten, während sie bei gebeugtem Knie eine (geringe) Ein- und Auswärtswendung des Unterschenkels — nicht zu verwechseln mit Ein- und Auswärtswendungen des Fußes — ermöglichen.

Das äußere Seitenband geht vom äußeren Oberschenkelknorren zum Köpfchen des Wadenbeins, das innere vom inneren Knorren zur inneren Kante des Schienbeins.

Zwischenknorpel.

3. Die halbmondförmigen Zwischenknorpel. Sie liegen im Gelenk, zwischen den Gelenkknorren als zwei halbmondförmige Knorpelplatten, die am äußeren konkaven Rand dicker, nach der Mitte zu dünner werden. Der innere dieser Knorpel ist nicht so stark gekrümmt wie der äußere. Die Zwischenknorpel verhüten die Abnutzung des so außerordentlich belasteten und in Anspruch genommenen Gelenks; sie bilden elastische Zwischenpolster, Puffer, um die Gewalt der Stöße beim Aufspringen, Laufen, harten Auftreten und dergleichen abzuschwächen; sie verhindern die Einstülpung und Quetschung der dünnen Gelenkkapsel, die sich sonst leicht zwischen die pressenden Gelenkknorren klemmen könnte; sie vergrößern die Berührungsflächen der Gelenkknorren und vermehren dadurch den Zusammenhalt des ganzen Gelenks.

Fig. 168. Vordere Ansicht des Kniegelenks. Die Sehne des vierköpfigen Streckers durchtrennt und mit der Kniescheibe hinabgeschlagen.

Kreuzbänder.

4. Zwei Kreuzbänder ebenfalls innerhalb des Gelenks. Sie gehen von den rauhen einander zugekehrten Flächen der beiden Oberschenkelrollen zu den rauhen Gruben vor (vorderes Kreuzband) und hinter (hinteres Kreuzband) der Erhabenheit auf der Gelenkfläche des Schienbeins. Die beiden Bänder kreuzen sich wie die Schenkel eines X, jedoch ist das hintere kürzer und fast senkrecht gerichtet (Fig. 169).

Das hintere dieser starken Bänder wird bei Streckung im Kniegelenk gespannt und macht eine Überstreckung des Gelenks (Einknickung oder Durchdrücken des Knies nach hinten) unmöglich. Da dieses Band von Jugend an beim Liegen bis zur vollständigen Streckung des Beins gedehnt wird, so ist es nie zu kurz, und der Oberschenkel steht zum Unterschenkel in Streckung wenigstens im Winkel von 180°, d. h. beide bilden dann wenigstens eine gerade Linie. Ist das Band aber etwas länger, gewährt es mehr Spielraum, so können die Knie nach hinten mehr „durchgedrückt" werden (Fig. 170). Den Grad der Fähigkeit, die Knie durchzudrücken, ermittelt man, wenn man außen am Bein die Mitte der größten Breite des Oberschenkels bezeichnet, und von hier eine gerade Linie hinab nach dem äußeren Knöchel zieht. Diese Linie muß durch die Mitte des Knies gehen, wenn Ober- und Unterschenkel sich nicht weiter als zu einer graden Linie strecken lassen. Je mehr aber die Linie nach vorn gegen die Kniescheibe hin fällt, um so mehr ist das Kreuzband zu lang,

und der nach hinten offene Winkel zwischen Ober- und Unterschenkel ist größer als 180° oder 2 R (Fig. 171 u. 172). Übrigens ist ein überstark im Knie durchgedrücktes Bein weder schön, noch ist solche Überdehnung des Kreuzbandes von Vorteil für die Leistungsfähigkeit des Gelenks.

Oberschenkelbein
Vorderes } Kreuzband
Hinteres } Kreuzband
Innerer Gelenkknorren des Oberschenkels
Äußerer Gelenkknorren des Oberschenkels
Äußeres Seitenband
Inneres Seitenband
Zwischenknorpel
Äußerer Gelenkknorren des Schienbeins
Gelenk zwischen Wadenbein und Schienbein
Zwischenknorpel
Schienbein
Köpfchen des Wadenbeins

Fig. 169. Hintere Ansicht des Kniegelenks nach Entfernung der Gelenkkapsel.

Synovialhaut.

5. Die Gelenk- oder Synovial-Haut, welche hier wie an allen Gelenken die innere Fläche der Gelenkkapsel überkleidet, hat beim Kniegelenk noch besondere Ausstülpungen nach oben, unten und zur Seite. Außerdem befinden sich seitlich der Kniescheibe zwei mit Fett gefüllte Einstülpungen oder Falten, weiche Polster für das Knie beim Knien darstellend, die auch in der äußeren Form des Knies sich deutlich ausdrücken. Bohrt man durch die Kniescheibe ein Loch und steckt ein Röhrchen hindurch, so kann man durch dieses mittels einer Spritze all diese Hohlräume und sackartigen Ausbuchtungen ausfüllen. Das Knie erhält dadurch eine unförmliche Gestalt: ähnlich der, welche bei Entzündungen, Verletzungen u. dergl. durch Ansammlung von Flüssigkeit (Wasser, Blut, Eiter) im Gelenk so schnell eintritt.

Fig. 170. Durchgedrücktes Knie. Die Lage des hemmenden hinteren Kreuzbandes durch punktierte Linie angedeutet.

Fig. 171 u. 172.

§ 75. Bewegungen im Kniegelenk.

Bewegungen im Kniegelenk.

A) Die Hauptbewegung ist: **Beugung** und **Streckung** (Fig. 173 u. 174), und zwar spielt sie zwischen geradliniger Streckung und spitzwinkeliger Beugung, einem Winkel, der etwa 160° beträgt. Die Beugung geht — wenn die Schenkel nicht

Fig. 173. Kniegelenk in Streckung. (Die Gelenkachse durch einen schwarzen Punkt bezeichnet.)

Fig. 174. Kniegelenk in starker Beugung.

übermäßig dick und fettreich sind — so weit, daß die Ferse den Sitzhöcker berührt. Diese äußerste Beugung kann jedoch nicht aktiv durch entsprechende Zusammenziehung der Beugemuskeln vollzogen werden, die in solchem Maße unmöglich sich verkürzen können, sondern nur dadurch, daß entweder aktiv dem Unterschenkel eine schnellende Bewegung durch die Beuger mitgeteilt wird, welche die Ferse bis zur Berührung des Gesäßes schleudert (z. B. „Anfersen" beim Lauf vorwärts oder beim sogenannten Lauf auf der Stelle), oder daß **passiv** der Unterschenkel gegen den Oberschenkel gebeugt wird, etwa mit Hilfe der Armkraft oder durch Belastung mit der Schwere des Körpers. Letzteres ist der Fall bei kauernder oder hockender Stellung (tiefste Hocke Fig. 175). Namentlich der Afrikaner hockt mit Vorliebe auf seinen Fersen. — Bei vollkommener Streckung führt der Unterschenkel mit der Fußspitze stets eine kleine Drehung nach außen von selbst aus; bei der Beugung dreht sich dann das Schienbein von selbst wieder nach innen. Bei völlig gestrecktem Bein steht daher der Fuß naturgemäß etwas nach auswärts gerichtet auf. Gehen mit geradeaus gerichteten parallelen Fußachsen, wie dies die Gangart der Indianer und anderer Naturvölker ist und wie es neuerdings bei der französischen Armee als

Fig. 175. Sogenannter Paris vom Giebelfeld des Tempels zu Ägina.

„marche en flexion“ (s. u. § 286) geübt wird, kann deshalb nur mit halbgebeugtem („krummem“) Knie ausgeführt werden, wenn anders der Gang kein anstrengender und gezwungener sein soll. Beim Streckgang dagegen gehen die Fußspitzen stets etwas nach außen.

B) Rollung oder Ein- und Auswärtsdrehung des Schienbeins. Diese Bewegung findet statt zwischen dem Schienbein und den halbmondförmigen Knorpelscheiben, während Beugung und Streckung zwischen letzteren und dem Oberschenkel sich vollzieht. Bei gestrecktem Knie ist diese Bewegung nicht ausführbar, des Widerstands der Seitenbänder wegen; wohl aber bei rechtwinkelig gebeugtem Knie, wo der Spielraum der Bewegung fast einen halben rechten Winkel = 45° beträgt.

§ 76. Seitliche Stellung der Ober- und Unterschenkel zueinander.

Seitliche Stellung von Ober- und Unterschenkel zueinander.

Parallel nebeneinander gestellte Beine (Grundstellung) sollen sich nach Schadow an vier Punkten berühren:

1. mit der oberen Partie des Oberschenkels;
2. mit den inneren Knorren des Oberschenkels;
3. mit den stärksten Ausladungen der Waden nach innen;
4. mit den inneren Knöcheln (Fig. 176).

Fig. 176.

a b c

Fig. 177. a Normalgestelltes Bein. b X-Bein, c O-Bein.

Nicht immer ist dies der Fall. Wenn die Knorren über dem Kniegelenk sich stark pressen, bei dem Versuch, die Knöchel des Fußes zusammenzubringen, während bei ungezwungenem Nebeneinanderstellen der Beine die Knöchel sich nicht berühren, so bilden Unter- und Oberschenkel einen nach außen offenen Winkel, und es liegt eine fehlerhafte Stellung der Beinknochen im Kniegelenk vor: das X-Bein oder Bäckerbein (genu valgum, Fig. 177b). Beim X-Bein ist das innere Seitenband des Kniegelenkes gedehnt; es kann seiner Aufgabe, seitliche Einknickungen nach innen zu verhindern, nicht mehr gerecht werden. X-Beine entstehen erfahrungsgemäß bei solchen Personen, welche berufsmäßig schon in früher Jugend, wo die Bänder noch mehr dehnbar sind, viel und anhaltend stehen müssen. So bei Handwerkern wie Bäcker (daher der Name Bäckerbein), Tischler, Drechsler, bei Schreibern, bei Handlungslehrlingen. Die Einführung der „Steharbeit“ in den Schulen, wie G. H. Jäger sie verlangt, würde zweifellos das Vorkommen von X-Beinen bei unserer Jugend häufen. — Man hat auch das Tragen von elastischen Strumpfhaltern aus Gummiband, welche an der Außenseite des Strumpfbandes befestigt, zu einem Leibgürtel, zum Unterjäckchen oder zum Korsett verlaufen, beschuldigt, die Entstehung von

X-Beinen, wenigſtens bei Kindern mit weichen Knochen (Rachitis), zu begünſtigen. Bei geſundem Gelenk iſt ſolche Wirkung des leichten elaſtiſchen Zuges nicht zu befürchten. Dieſe Befeſtigungsart für hohe Strümpfe iſt weitaus vorzuziehen dem Tragen eines Strumpfbandes unterhalb des Knies. Denn ſolches Strumpfband hinterläßt nicht nur am Bein ſchließlich eine dauernde, tiefe, ringförmige Furche, ſondern erſchwert auch vor allem den Blutumlauf im Unterſchenkel: Erweiterungen der Blutadern und kalte Füße ſind eine Folge davon.

Da beim Weibe die Pfannen am Becken weiter auseinander ſtehen, ſo müſſen die Oberſchenkel, wenn die Unterſchenkel ſenkrecht parallel nebeneinander geſtellt werden ſollen, etwas ſtärker nach einwärts gerichtet werden, womit hier die Entſtehung von X-Beinen beſonders begünſtigt wird.

O-Bein.

Das genaue Gegenteil der X-Beine iſt das O-Bein oder Säbelbein (genu varum), wobei Ober- und Unterſchenkel in einem nach innen offenen Winkel zuſammenſtoßen (Fig. 177c). Sind ſolche Beine nebeneinander geſtellt, ſo berühren ſie ſich nur an den Ferſen, allenfalls noch mit dem oberſten Teil der Oberſchenkel, wogegen in der Kniegegend die Beine weit auseinanderſtehen. — Die O-Beine können entſtehen durch allzu frühes Laufen in der erſten Jugend bei noch weichen oder krankhafter Weiſe zu weichen Knochen. Sie ſind beſonders häufig bei kurzen gedrungenen Geſtalten, und ſind hier vielfach nur vererbt oder überhaupt Raſſeneigentümlichkeit. Letzteres ſoll namentlich bei Reitervölkern (Koſaken, Magyaren) der Fall ſein. Zweifellos begünſtigt dieſe Form der Beine das Umklammern des Pferdeleibes — daher das O-Bein auch „Kavalleriſtenbein" genannt wird. Ein Rekrut mit O-Beinen kann beim Strammſtehen gar nicht oder nur mit größter Anſtrengung ſo eben die Knie nebeneinander bringen — zur Verzweiflung des drillenden Unteroffiziers.

Fig. 178. Fußſkelett von oben geſehen.

§ 77. Die Knochen des Fußes.

Knochen des Fußes.

Die Knochen des Fußes teilen ſich ähnlich wie bei der Hand ein: in die Knochen der Fußwurzel, des Mittelfußes und der Zehen (Fig. 178).

A. Fußwurzel.

Fußwurzel.

Unterſchied im Bau von Fuß und Hand.

Der Unterſchied des Knochenbaues von Hand und Fuß beruht vor allem in der Größenentwicklung der Wurzelknochen, welche beim Fuß ungleich ſtärker entwickelt ſind. Die Fußwurzel beſteht aus ſieben Knochen. Dieſe ſind aber nicht annähernd gleich groß wie bei der Hand, auch nicht in zwei Reihen geordnet, ſondern ſie ſcheiden ſich in zwei hintere Knochen, Sprungbein und Ferſenbein, die viel größer ſind, als alle anderen, und fünf vordere. Weiter erhält das Fußſkelett eine beſondere Eigentümlichkeit da-

durch, daß die beiden ersten Knochen nicht nebeneinander, sondern aufeinander liegen, daß das Sprungbein allein den Unterschenkel trägt, und daß das Fersenbein durch einen starken, nach hinten gehenden Fortsatz, die Ferse oder Hacke, sich auszeichnet. In diesem Betracht sind die Hinterhände der Affen, trotz der Beweglichkeit des Daumens oder vielmehr der Großzehe, anatomisch keine Hände, sondern Füße.

Fußgewölbe.

Der Bau der Fußwurzel bedingt die Spannung des Fußgewölbes, das Merkmal des menschlichen Fußes, welcher den Boden nur an drei Stellen berührt: mit der Ferse, dem Groß- und dem Kleinzehballen (Fig. 179). Säugetiere, welche, wie der Bär, mit der ganzen Sohle auftreten, und gleich dem Menschen „Sohlengänger" sind, haben kein Fußgewölbe, sondern treten platt mit der ganzen Sohle auf; das Fersenbein steht bei solchen Tieren nicht unter, sondern neben dem Sprungbein, gelenkig mit dem Unterschenkel verbunden. — Von den meisten Säugetieren werden

Fig. 179. Fußskelett von innen.

nur die Zehen auf den Boden aufgesetzt, sie sind entweder „Zehengänger" (z. B. die Raubtiere) oder, wenn nur das Endglied der Zehen den Boden berührt, „Spitzengänger" (z. B. Pferd und Rind).

Sprungbein.

1. Das Sprungbein (Talus oder Astragalus = Würfel; ἀστραγαλίζειν bei Homer = Würfelspielen). Das Sprungbein ist der einzige mit dem Unterschenkel verbundene Knochen des Fußes. Er zerfällt in Körper, Hals und Kopf.

Der Körper ist würfelförmig, hat eine obere große schraubenförmige Gelenkfläche, die seitlich ebenfalls von zwei Gelenkflächen begrenzt ist. Die große obere Gelenkfläche ist gelenkig verbunden mit der unteren Gelenkfläche des Schienbeins, die seitlichen Gelenkflächen mit den inneren Flächen der beiden umfassenden Knöchel.

Unten am Körper ist eine ebene Gelenkfläche, mit welcher der Körper auf dem Fersenbein aufruht.

Fußwurzelbucht.

Der Hals des Sprungbeins ist kurz, der Kopf trägt vorn eine gekrümmte Gelenkfläche zur Verbindung mit dem Kahnbein des Fußes; unten eine kleine Gelenkfläche, mittels welcher der Kopf ebenfalls auf dem Fersenbein aufruht. Zwischen den beiden unteren Gelenkflächen ist eine tiefe rauhe Rinne, die mit einer entsprechenden Furche des Fersenbeins einen Hohlraum bildet, die Fußwurzelbucht.

Fersenbein. 2. Das **Fersenbein.** Es reicht nach vorn so weit wie auch das Sprungbein; nach hinten überragt es dieses bedeutend mittels des Fersenvorsprungs oder der **Hacke.** Die Hacke endigt nach hinten mit dem rauhen **Fersenhöcker**, an welchen sich die mächtige Achillessehne heftet.

Die obere **Fläche** des Knochens trägt eine **Gelenkfläche** für den Körper des Sprungbeins. Davor die schon erwähnte **Furche**, die mit der entsprechenden Furche des Sprungbeins die Fußwurzelbucht bildet. Nach innen davon ein starker Fortsatz, das **Sprungbeingesims**, auf welchem der Kopf des Sprungbeins aufliegt. In der Hohlkehle unter diesem Gesims ziehen Muskelsehnen, Blutgefäße und Nerven vom Unterschenkel zum Plattfuß.

Die **vordere Fläche** ist überknorpelt zur Verbindung mit dem Würfelbein.

Kahnbein. 3. Das **Kahnbein** liegt zwischen dem Kopf des Sprungbeins und den drei Keilbeinen.

3 Keilbeine. 4., 5. und 6. **Die drei Keilbeine**, unregelmäßig gestaltete Knochen, welche an das Kahnbein anstoßen.

Würfelbein. 7. Das **Würfelbein**, am äußeren Fußrand gelegen. Seine hintere Gelenkfläche stößt an das Fersenbein (Fig. 180).

Fig. 180. Fußskelett von außen.

B. Mittelfuß.

Mittelfuß. Die 5 Mittelfußknochen sind ganz ähnlich gestaltet wie die 5 Knochen der Mittelhand (Basis, Mittelstück und Köpfchen). Der kürzeste und stärkste Mittelfußknochen ist der des **Großzehs**. Der **Mittelfußknochen des Kleinzehs** weist an seiner Basis oder dem Grundteil vor dem Würfelbein einen kurzen starken Höcker auf.

C. Zehen.

Die Zehen. Der Großzeh hat zwei, die anderen Zehen drei Glieder. Sie liegen bei der 2. bis 5. Zehe nicht in gerader Linie, sondern die Zehen sind krallenförmig gekrümmt, so daß das erste Zehenglied etwas schief nach oben, das zweite Zehenglied fast horizontal, das dritte schief nach unten gerichtet ist: die Zehen stehen so wie Sprungfedern auf den Boden sich stemmend. Für die Elastizität des Ganges ist dies von besonderer Bedeutung — Bei Statuen ist die erste Zehe gewöhnlich etwas kürzer,

bei Bildwerken der Spätrenaissance manierierter Weise sogar beträchtlich kürzer als die zweite Zehe gebildet, so daß die Umrißlinie der Fußspitze eine schöne Bogenform gewinnt. Indes ist in der Natur die große Zehe oft die längere.

§ 78. Das Fußskelett als Ganzes.

Fußskelett als Ganzes.

Die Fußwurzelknochen und der anstoßende Mittelfuß mit den Zehen sind so gruppiert, daß 1. an das Sprungbein anstößt: das Kahnbein, an dieses die drei Keilbeine, und daran die drei ersten Mittelfußknochen mit den entsprechenden Zehengliedern; 2. an das Fersenbein das Würfelbein vorn angesetzt ist, und an dieses Mittelfußknochen und Zehenglieder der 4. und 5. Zehe.

Fußgewölbe.

Die Mittelfußknochen bilden zugleich mit der Fußwurzel einen von vorn nach hinten und von außen nach innen konvexen Bogen, das Fußgewölbe, das beim aufgesetzten Fuß nur mit seinem vorderen und hinteren Ende den Boden berührt. Der äußere Rand des Fußgewölbes oder der äußere Fußbogen ist mehr flach, der innere Fußbogen mehr hoch. Ein hohes Fußgewölbe ist Merkmal eines schönen Fußes und Vorbedingung eines schönen elastischen Ganges.

Das Fußgewölbe bildet einen Schutz für Nerven und Adern der Fußsohle, die sonst bei jedem Auftreten Druck erleiden würden. — Der obere Gipfel des Gewölbes oder „Spann" liegt an der Grenze des hinteren Viertels der Fußlänge.

Beim Stehen verflacht sich infolge der Belastung des Fußes durch das Körpergewicht das Fußgewölbe: es senkt sich und die strahlig ausgebreiteten Mittelfußglieder gehen etwas auseinander. Wie man an der Umrißzeichnung des aufgehobenen und an der des aufgesetzten Fußes sehen kann, wird dadurch der Fuß sowohl ein wenig länger, als ein wenig breiter.

§ 79. Der Plattfuß.

Der Plattfuß.

Setzt man die Fußsohle, nachdem ihre Fläche mit einer abfärbenden Masse überstrichen ist, auf einen weißen Papierbogen, so erhält man einen charakteristischen Sohlenabdruck (die Trittspur), der anzeigt, mit welchen Weichteilen der Fuß beim festen Auftreten den Boden berührt. Es zeichnet sich ab die Ferse, wie sie in einer schmalen, bogenförmig gekrümmten Fläche (dem äußeren Fußrand entsprechend) sich fortsetzt in einen breiteren abgerundeten Teil: den Ballen des Fußes. Vor diesem zeigen sich in einem Bogen angeordnet die Kuppen der Zehen. Dies ist der bekannte Sohlenabdruck des Fußes, wie man solche auf den Gängen einer Badeanstalt in großer Zahl sehen und als Beweisstücke für die Fußformen der Badegäste vergleichen kann (Fig. 181). Dabei wird man finden, daß nicht immer die oben beschriebene schmale und geschweifte Trittspur vorhanden ist, sondern auch breitere vorkommen, ja solche, bei welchen die ganze Sohlenbreite den Boden berührt (Fig. 182).

a b

Fig. 181 u. 182. Trittspuren a eines normal gewölbten Fußes; b eines Plattfußes.

Dann handelt es sich um Füße, die nicht die hohe Wölbung des schön gebauten normalen Fußes besitzen, sondern bei denen das Fußgewölbe eingesunken ist. Man findet bei solchem Fuß, daß das Sprungbein, statt vom Fersenbein als Schlußstein des Fußgewölbes hoch getragen zu werden, hinabgeglitten ist, während das

Kahnbein ganz unten am Fußrand sich befindet. Hand in Hand damit gehen Veränderungen in der äußeren Form, namentlich des Fersen- und Würfelbeins. Diese nicht seltene Verbildung des Fußes ist der **Plattfuß**. Beim beginnenden Plattfuß ist es häufig der flache äußere Fußbogen: Fersenbein, Würfelbein, Mittelfuß des Kleinzehs, welcher zuerst einsinkt, worauf dann der höhere innere Fußbogen vom äußeren Fußbogen herabgleitet (Fig. 185).

Der ausgebildete Plattfuß erscheint breiter und länger, er ist flach; der innere Fußrand stützt sich ganz auf den Boden. Der Gang ist schwerfällig und unelastisch. Plattfüßige ermüden leicht und sind unfähig zu größeren Dauermärschen: ihre Füße neigen sehr stark zum Schwitzen.

Der Plattfuß ist eine bei Erwachsenen ungemein häufige Verbildung des Fußes. Unter den Gestellungspflichtigen der preußischen Armee sind 25 vom Tausend wegen Plattfuß dienstunbrauchbar, das macht auf 400000 Gestellungspflichtige 10000 Mann!

In einer geringen Zahl von Fällen ist der Plattfuß angeboren und Rasseeigentümlichkeit. So bei vielen Juden. Die Angabe, daß Plattfuß bei den Negern ziemlich allgemein sei, ist nicht richtig. Nach Brandt von Lindau ist Plattfuß

angeboren bei 4,3% der Plattfüßigen

erworben durch:
- Verletzung 4,9%
- Lähmung 3,1%
- Überbelastung des Fußgewölbes 88,9% (sog. statischer Plattfuß).

1. 2.
Fig. 183 u. 184. 1. Normal gewölbter Fuß. 2. Plattfuß.

Die weitaus größte Zahl entfällt also auf den durch Überlastung des Fußgewölbes entstandenen Plattfuß. Daher stehen neben schlechtem Schuhwerk, welches den Fuß leicht umknicken macht, neben häufigem Gehen auf unebenem steinigen Boden (bei den Landbevölkerungen in bergiger Gegend, wie in Tirol und der Schweiz ist Plattfuß fast doppelt so häufig als bei Bewohnern der Ebene) vor allem solche Berufsarten in ursächlichem Zusammenhang mit der Bildung von Plattfüßigkeit, welche schwere und schwerste Arbeit unter anhaltendem Stehen erfordern. Namentlich dann tritt hier leicht Plattfuß ein, wenn durch gewohnheitsmäßiges Stehen mit auseinandergespreizten Beinen die Abknickung des inneren Fußrandes begünstigt

Fig. 185. 1. Das äußere Fußgewölbe normal. 2. Einsinken des äußeren Fußgewölbes und Formveränderung an den betreffenden Fußwurzelknochen bei Plattfuß.
f Fersenbein; *w* Würfelbein; *mklz* Mittelfußknochen des Kleinzeh.

wird. Bei Rekruten, die im bürgerlichen Beruf Schlosser, Drechsler, Steindrucker Arbeiter, Kellner u. dergl. waren, fanden sich 10,1 — 18,3%; bei Bäckern noch mehr.

Vor allem darf Kindern mit noch nachgiebigen Bändern und Knochen kein dauerndes Stehen zugemutet werden, ohne daß man Gefahr läuft, Einsinken des Fußgewölbes herbeizuführen. Auch das spricht gegen die „Steharbeit" in der Schule.

Für den Turnunterricht fällt ins Gewicht, daß für Plattfüßige besondere Vorsicht beim Hoch- und Weitsprung zu beachten ist; Tief- und Sturmspringen ist ihnen ganz zu versagen. Ebenso können sie keine anstrengenden Marschübungen vertragen. Im übrigen liegt kein Grund vor, Plattfüßige vom Turnen auszuschließen.

Bei noch erst beginnendem Plattfuß sind geeignete Heftpflasterverbände oder noch besser Schuheinlagen, welche das innere Fußgewölbe stützen, von großem Nutzen. Sie verhindern das weitere Einsinken des Fußgewölbes. Bei Schuhen für Plattfüßige darf auch der Absatz zweckmäßigerweise etwas höher sein als sonst üblich. —

Die anderen, weit selteneren Formen von Fußverbildung, wie Hackenfuß, Spitzfuß, Klumpfuß bieten kein besonderes turnerisches Interesse.

Fig. 186. Fußskelett und Sprunggelenk.

§ 80. Gelenke und Bänder des Fußes.

Gelenke und Bänder des Fußes.

Die zwei Gelenke der Fußwurzel werden durch einen und denselben Knochen vermittelt: nämlich das Sprungbein, ein Knochen, an welchen sich kein Muskel ansetzt.

Im Sprunggelenk ist das Sprungbein gelenkig verbunden mit dem Unterschenkel; im eigentlichen Fußwurzelgelenk mit Fußwurzelknochen.

1. Das Sprunggelenk.

Sprunggelenk.

Das Sprunggelenk ist ein ausgesprochenes Scharnier. Die Rolle des Sprungbeins ist der Teil eines Zylindermantels, wobei nicht nur der Zylindermantel selbst, sondern auch die senkrecht stehenden Grundflächen ausgenützt werden, indem hier die inneren Knöchelflächen gabelförmig den Zylinder zwischen sich fassen. Dadurch schließt das Gelenk außerordentlich fest – was in Anbetracht seiner Lage auch notwendig.

Die Bewegung im Sprunggelenk ist lediglich Beugung und Streckung, mit einem Spielraum von 60 bis 70°. In der Mitte dieses Winkels nimmt der Fuß seine gewöhnliche mittlere Stellung ein, in welcher er in einem rechten Winkel zum Unterschenkel steht. Von hier aus ist der Ausschlag der Bewegung nach beiden Richtungen gleich groß zur Beugung = Biegung nach dem Fußrücken oder Heben der Fußspitze, wie zur Streckung = Biegung nach der Fußsohle oder Senken der Fußspitze (Fig. 187).

Fig. 187. Bewegung im Sprunggelenk.

Fig. 188. Der Fuß als zweiarmiger Hebel.

Fig. 189.

Fig. 190. Der Fuß als einarmiger Hebel. K Kraft; L Last; U Unterstützungspunkt oder Drehpunkt.

Beugung und Streckung ausführen kann nur der aufgehobene Fuß. Er ist dann ein zweiarmiger Hebel mit dem Drehpunkt im Sprunggelenk, einem kürzeren Arm (der Hacke) und einem längeren (Mittelfuß und Fußspitze) (Fig. 188). Ist der Fuß dagegen aufgesetzt, so kann er ausgiebig nur nach der Fußsohle sich biegen und den Körper so in den Zehenstand erheben. Der Fuß ist dann ein einarmiger Hebel, dessen Drehpunkt im Gelenk zwischen Mittelfuß und erstem Glied des Großzehs sich befindet. Das Körpergewicht ist die zu bewegende Last, der am Fersenhöcker mittels der Achillessehne angreifende Wadenmuskel die bewegende Kraft (Fig. 189 und 190).

2. Das Fußwurzelgelenk.

Das Fußwurzel- (oder zweite Fuß-) Gelenk ist kein einheitliches Gelenk, sondern aus drei Gelenken zusammengesetzt, deren Bewegungen in einheitlichem Sinne erfolgen. Diese Gelenke sind:

1. Sprungbeinkopf mit { Kahnbein, Gesims des Fersenbeins;
2. Sprungbeinkörper mit Fersenbein;
3. Vorderfläche des Fersenbeins mit Würfelbein.

Die Gesamtbewegung dieser Gelenke ist:

1. Einwärtsführung der Fußspitze, mit Hebung des inneren und Senkung des äußeren Fußrandes.

2. Auswärtsführung der Fußspitze mit Hebung des äußeren und Senkung des inneren Fußrandes.

Der Spielraum der ganzen Bewegung ist ein halber rechter Winkel. Bei der mittleren Stellung ist die Fußsohle nicht horizontal gestellt; sondern nach einwärts gerichtet: beim Liegen oder Sitzen mit herabhängendem Fuß steht der äußere Fußrand des in Muskelruhe sich selbst überlassenen Fußes stets tiefer; am ausgesprochensten bei Kindern. Dem entsprechend ist auch die Einwärtswendung der Fußsohle weiter ausführbar als die Auswärtswendung. Wenn sich zu dieser Einwärtswendung der Fußsohle noch die entsprechende Drehung in Hüft- und Kniegelenk bei Beugung dieser Gelenke hinzugesellt, ist es möglich, die Fußsohle dem Gesicht zuzukehren (wie bei der bekannten antiken Figur des Dornausziehers).

Wir führen die erste Bewegung: Senkung des inneren Fußrandes, Hebung des äußeren nebst Einwärtsführung der Fußspitze dann z. B. aus, wenn wir bei etwas gebeugtem Standbein den freien Fuß seitwärts mit der ganzen Sohle aufsetzen. Wir führen die zweite Bewegung aus, wenn wir das Standbein mit dem freien Bein überkreuzen, und dann den kreuzenden Fuß mit der ganzen Sohle aufsetzen. —

Die anderen Fußwurzelknochen sind durch straffe Bänder zu einem in sich unbeweglichen Stück verbunden, dessen Festigkeit größer ist, als wenn das Ganze ein einziger solider Knochen wäre.

3. Gelenke der Mittelfußknochen mit der Fußwurzel.

Gelenke zwischen Mittelfußknochen und Fußwurzel.

Die Beweglichkeit dieser Gelenke ist sehr gering; namentlich fehlt dem Großzeh die außerordentliche und charakteristische Beweglichkeit, welche das Sattelgelenk zwischen Handwurzel und erstem Mittelhandknochen dem Daumen verleiht. Wenn auch bei manchen Völkerschaften der Großzeh eine Art von Greiftätigkeit entwickelt: der Inder hebt kleine Gegenstände vom Boden mit den Zehen auf; der Zulu schleift im hohen Grase, um sein Anrücken dem Feinde nicht zu verraten, den langen Speer mit dem Großzeh gefaßt, am Boden nach sich; — wenn auch ohne Arme geborene Krüppel durch Übung ihre Füße zu wunderbar feinen Verrichtungen heranbilden: niemals kann der Großzeh den anderen Zehen sowie der Daumen den anderen Fingern gegenübergestellt werden. Dazu fehlen die Vorbedingungen im anatomischen Bau des Fußes.

4. Die Gelenke zwischen Zehen und Mittelfußknochen.

Gelenke zwischen Zehen und Mittelfußknochen.

Hinsichtlich dieser Gelenke besteht ein Unterschied zwischen Fuß und Hand darin, daß die ersten Fingerglieder so gut wie gar nicht gegen den Handrücken, sondern nur nach dem Handteller zu gebeugt werden können, während umgekehrt beim Fuß die Zehen nach dem Fußrücken hin bis zur rechtwinkligen Beugung umgebogen werden können. Dies geschieht schon beim Gehen im Augenblick des Abstoßens des hinteren Fußes vom Boden, namentlich aber geschieht es beim sogenannten Zehenstand. Sogenannt — denn in Wirklichkeit steht dann die Körperlast auf den Köpfchen der Mittelfußknochen, während die federnd aufruhenden Zehen nur Schwankungen zu hindern und dem Dornüberfallen vorzubeugen suchen (Fig. 191). Eigentlichen Zehenstand führen allerdings die Ballettänzerinnen aus, welche auf den Zehenspitzen trippeln, in der Weise, daß die Zehen gestreckt mit dem Fuße ein einziges starres Ganze bilden. Ob solcher an das Gehen auf steifen Stelzen erinnernde Gang schön genannt werden dürfe, ist eine andere Frage. —

Zehenstand.

Fig. 191. Zehenstand.

Nach der Fußsohle zu läßt sich das erste Zehenglied über die gerade Richtung hinaus kaum beugen.

5. Die Zehengelenke.

Zehengelenke.

Die Zehengelenke sind Scharniergelenke von ähnlichem Bau wie die Fingergelenke.

Der Großzeh ist der ungleich kräftigste aller Zehen. Er tritt beim Gehen und Laufen ganz besonders in Tätigkeit, indem nach ihm hin sich die Fußsohle vom Boden abwickelt, von ihm aus sich der Fuß vom Boden abstößt. Er heißt daher auch der Schreiterzehen. —

6. Bänder des Fußes.

Bänder des Fußes.

Zahlreiche straffe Bänder von außerordentlicher Festigkeit verbinden die Knochen des Fußes miteinander sowie mit den Knochen des Unterschenkels. Ganz hervorragende Festigkeit haben die Bänder der Fußsohle, und hier vor allem das Fußsohlenband zwischen Fersenbein und Würfelbein, eines der stärksten Bänder des Körpers, für die Tragfähigkeit des Fußgewölbes von entscheidender Bedeutung.

§ 81. Zur Fußbekleidung und Fußpflege.

Fußbekleidung und Fußpflege.

Kein Glied unseres Körpers ist so allgemein der Verunstaltung und Verkrüppelung durch unfachmäßige Bekleidung unterworfen als der Fuß, und doch ist der Fuß dasjenige Glied, an welches wir unausgesetzt die schwersten Anforderungen stellen, welches die gesamte Last des Körpers zu tragen und fortzubewegen hat. Die landläufige Fußbekleidung ist meist eine recht unzweckmäßige, wenngleich in jüngster Zeit Fortschritte zum Besseren nicht zu verkennen sind.

In unseren landwirtschaftlichen und tierärztlichen Hochschulen werden Vorlesungen und Kurse über den richtigen Hufbeschlag der Pferde gehalten — die Bekleidung aber des menschlichen Fußes ist ganz dem Handwerkmeister und Fabrikanten anheimgestellt, ja, was noch schlimmer, wechselnder Mode unterworfen. Für Kinder durchweg, für Frauen und Mädchen noch vielfach werden trotz der Ungleichheit von rechtem und linkem Fuß gleichwohl rechter und linker Schuh gleich geformt („zweibällige Schuhe"). Jünglinge und Männer tragen zwar für den rechten wie für den linken Fuß besonders gebaute („einbällige") Schuhe, indes ist deren Form meist keine tadellos richtige und naturgemäße. Daß für einen jeden, der Leibesübungen treiben will, wie Marschieren, Laufen, Springen usw. es von allergrößter Wichtigkeit ist, richtig gebautes Schuhwerk zu haben, weil sonst die Leistungsfähigkeit stark beeinträchtigt wird, ist selbstverständlich.

Beim natürlichen Gang treten wir mit der Ferse zuerst auf, und der Fuß wickelt sich nach der Fußspitze hin ab, zum Großzeh hin. Ob hier der Hauptdruck auf den Boden von den Mittelfußköpfchen der 2. und 3. Zehe oder dem Großzeh ausgeübt wird, sei dahingestellt. Jedenfalls nutzt sich die starre Schuhsohle zuerst in der Fußmitte vorn ab. Zweifellos aber ist es, daß beim Laufen und Hüpfen auch im festen Schuh das Abstoßen vom Boden nur mittels des Großzeh erfolgt. Man nennt daher die von der Mitte der Ferse bis zum Großzeh verlaufende Linie die „Gehlinie" oder — nach dem um die Klarlegung der Mechanik des Fußes besonders verdienten Anatomen G. H. von Meyer in Zürich — Meyersche Linie

(Fig. 192). In dieser Linie muß die Achse des Großzehs liegen, wenn der Fuß richtig entwickelt ist und seiner Funktion beim Gehen ganz gerecht werden soll. Beim Kulturmenschen des 19. Jahrhunderts ist dies indes leider eine Ausnahme.

Dadurch, daß beim Auftreten das Fußgewölbe sich senkt, und die strahlig gegen den Boden gestemmten äußeren Zehen sich mehr ausbreiten, wird der Vorderfuß beim Auftreten länger und breiter (Fig. 193). Für den richtigen Bau der Schuhe sind diese Verhältnisse besonders wichtig.

Fig. 192. Fußsohle mit Meyerscher Linie (a b).

Naturgemäßes Schuhwerk.

Folgende Regeln haben für ein richtig und naturgemäß geformtes Schuhwerk zu gelten:

1. Die Sohle muß an der Fußspitze so gestaltet sein, daß der Großzeh auf dieser Sohle seine natürliche Lage einnehmen kann. Diese Regel ist vorangestellt, weil gegen sie am meisten gesündigt wird. Bei weitaus den meisten Schuhen liegt die „Fußspitze" anstatt am inneren Rand, ganz oder nahezu ganz in der Mitte der Sohle. Die Folge ist, daß der Großzeh aus seiner natürlichen Richtung nach der Mitte zu abgedrängt wird, so daß seine Spitze, anstatt geradeaus zu gehen, nach der Mittellinie der Sohlenfläche hinstrebt (Fig. 194 u. 195).

Fig. 193. Umrißlinie eines Fußes; die punktierte Linie gibt die Umrißlinie beim Aufsetzen des Fußes an.

Diese Ablenkung vermindert die Kraft, mit welcher der Großzeh beim Schreiten und Laufen sich vom Boden abstößt. Sie hat ferner eine Achsendrehung des Großzehs zur Folge, so daß sich der Zehennagel meist schief nach außen legt. Das führt dann weiterhin zu dem schmerzhaften Übel des „eingewachsenen Nagels" (Fig. 196). Für das Gelenk zwischen Mittelfußknochen und erstem Glied des Großzehs bewirkt die Ablenkung der Achse des Großzehs nach außen eine Verbiegung in diesem Gelenk, so daß es als „Ballen" in entstellender Weise am inneren Fußrand hervortritt. Die Knochen des Gelenkes, welche winklig zueinander stehen anstatt in einer Geraden zu verlaufen, erkranken mit ihren Gelenken besonders leicht an Entzündungen und Knochenwucherung (Frostballen, Gicht) (Fig. 195, a).

Fig. 194 u. 195. I durch modernes Schuhwerk verkrüppelter Frauenfuß mit Einzeichnung der üblichen Schuhsohlenform. II Fußskelett eines solchen Fußes. Bei a Knochenauftreibung des Grundgelenks des Großzeh. Die punktierte Linie gibt die Achse des Großzehs an, wie sie naturgemäß vorhanden sein müßte.

Fig. 196. I Nagelbett des Großzehs im Durchschnitt. n = Nagel. II Schieflegung des Nagels bei eingewachsenem Nagel. In a entzündliche Wucherung des Nagelfalz.

Fig. 197. Abweichung des Großzehs aus der Richtung der Meyerschen Linie (a b) nach der Richtung c d unter dem Einfluß schlechtgebauten Schuhwerk.

2. Das Oberleder des Schuhwerks muß an der Fußspitze so gestaltet sein, daß es den Großzeh in seiner richtigen Lage beläßt, oder ihm doch gestattet, in sie zurückzukehren und daß es der freien Bewegung aller Zehen beim Auftreten und Aufspringen genügenden Raum gewährt. Die Folgen einer ungenügenden Erhebung des Oberleders sind die „Hühneraugen", mit welchen namentlich der kleine Zeh ausgestattet zu sein pflegt. Das Oberleder darf sich nicht flach an die Sohle anlegen, sondern muß steil vom Sohlenrand an aufsteigen. Seine höchste Erhebung muß es über dem Großzeh und nicht über der Fußmitte haben.

Fig. 198. Moderne Frauenfüße in Röntgenaufnahmen durch die Schuhe hindurch (nach Hoffa).

Gestattet das Oberleder an der Fußspitze nicht ausreichend das Abwickeln und Vorschieben der Zehen, so werden diese gezwungen, sich zu krümmen, indem das erste Glied krallenartig umgebogen wird; beim Turnen wird dann vor allem der Niedersprung, die tiefe Kniebeuge und dergleichen, beim Wandern das Bergabgehen sehr schmerzhaft. Enges Oberleder an den Fußspitzen veranlaßt ferner bei nasser Kälte leicht Frostbeulen.

3. Die Spitze des Schuhs muß vorne aufgeschnabelt sein, d. h. sich über die horizontale Bodenfläche erheben. Diese Aufschnabelung — der Winkel, den die Sohle der Fußspitze mit dem Boden bildet, beträgt etwa $10-12^0$ — begünstigt die Biegung der Zehen nach dem Fußrücken hin, wie sie beim Gehen im Augenblick des Abstoßens des hinteren Beins, und besonders ausgesprochen beim Zehenstand stattfindet.

4. Der Schuh soll für die Verbreiterung des Fußes beim Auftreten Raum gewähren, muß aber anderseits auch fest genug schließen, um ein Gleiten des Fußes nach vorn zu hindern. Hier wird

Fig. 199. Moderne Frauenfüße in Röntgenaufnahmen durch die Schuhe hindurch. Vollständige Verkrüppelung der Zehen (nach Hoffa).

man einen Unterschied je nach der Elastizität des Oberleders machen müssen. Ist das Oberleder — wie bei derben rindsledernen Schuhen — hart und spröde, so muß die Sohlenbreite der Breite des Fußes beim Aufsetzen entsprechen. Ist das Oberleder aber weich und dehnbar, oder handelt es sich gar um Zeug- oder Stoffschuhe (z. B. Turnschuhe), so genügt es, wenn die Schuhsohle nicht breiter als der aufgehobene unbelastete Fuß ist. Der Schuh kann sich vermöge der Nachgiebigkeit des weichen Oberleders oder Zeuges doch genügend ausdehnen.

5. Der Absatz des Schuhs sei niedrig. Unsere Mädchen und Frauen entsetzen sich gerne über die Verstümmelung der Füße bei den Chinesinnen. Was aber die für einen falschen Geschmack so niedlich scheinenden Stöckelschuhe oder Ballschuhe an himmelschreiender Verunstaltung und Verkrüppelung verbergen — das weiß nur der Eingeweihte.

Fig. 200. Fußskelett auf einen hohen Absatz gestellt.

Hohe Absätze zwingen den Fuß zu einer steten unnatürlichen Streckung (stumpfer Winkel der Fußachse zum Unterschenkel statt des rechten), und bewirken, wenn von früher Jugend an getragen, dauernde Verbildung des Fußskeletts (Fig. 200).

Der hohe Absatz verhindert ferner das naturgemäße Gehen mit Abwicklung des Fußes von der Ferse zu den Zehen. Denn er zwingt zum Auftreten mit der Fußspitze anstatt mit der Ferse. Der Gang wird dadurch ein kurzschrittiger, trippelnder, unbeholfener und ermüdet schnell. Daher beim weiblichen Geschlecht, wo der hohe Absatz noch am meisten getragen wird, die vielfache Unlust und oft auch Unfähigkeit zu längerer Körperbewegung im Freien, wie Wandern, Bergsteigen, Laufen und Spielen. Es ist ein Rest jenes verkehrten und schädlichen — glücklicherweise seit mehreren Jahren doch im Schwinden begriffenen — Schönheitsbegriffes, wenn unseren Mädchen in der Turnstunde noch das zierliche Gehen auf den Fußspitzen anbefohlen und als „schön" hingestellt wird. —

Der hohe Absatz bewirkt ferner dadurch, daß der Fuß auf einer schiefen Ebene steht, ein Vorgleiten des Fußes nach vorn. Die Zehen stoßen gegen das Oberleder der Schuhspitze, werden stark umgekrümmt, oder legen sich gar übereinander und erfahren dauernde Verbildung und Verkrüppelung.

6. Der Absatz sei breit und reiche weit nach vorn. Bei zu schmalem Absatz (Frauenschuhe!) schlägt der Fuß leicht um, und erleidet Verstauchung; das Gehen wird auf ungleichem oder steinigem Boden, auf schlechtem Pflaster, auf festgetretenem harten Schnee oder gefrorenem Wege unsicher und gefährlich. So beeinträchtigt auch in diesem Betracht fehlerhaftes Schuhwerk die Bewegung in freier Luft. —

Die Form der menschlichen Füße zeigt die weitestgehenden individuellen Verschiedenheiten. Richtig sitzendes Schuhwerk kann daher nicht nach Mittelmaßen gefertigt werden (käufliche fertige oder über Fabrikleisten geschlagene Schuhe passen vollkommen nur in Ausnahmefällen, wenngleich zugegeben werden muß, daß namentlich amerikanische Schuhfabriken dem Schnitt ihrer Leisten die denkbar beste Form zu geben sich bemühen); vielmehr soll der naturgemäße Schuh — oder für den Erwachsenen besser der ein- für allemal hergestellte natürliche Leisten — eigens nach sorgfältigem Maßnehmen für jeden hergestellt werden.

Anmessen des Schuhwerks.

Für das Anmessen der Schuhe können folgende Vorschriften gelten:

1. Die Messung ist nicht über den Strumpf, sondern am nackten Fuß vorzu-

nehmen. Nur so ist es möglich, vorhandene oder beginnende Verunstaltungen, Hühneraugen und dergl. zu berücksichtigen. Dazu kommt, daß der gewöhnlich getragene Trichterstrumpf die Fußform an der Spitze entstellt.

2. Rechter und linker Fuß entsprechen sich nicht immer in ihren Maßen, müssen daher jeder besonders gemessen werden.

3. Die Länge und Breite des Fußes sind nicht am aufgehobenen, sondern am aufgesetzten Fuße festzustellen. Die besten Anhaltspunkte für den Sohlenschnitt geben hierbei: a) die Trittspur, d. h. der Sohlenabdruck. Sie ist, wenn man das Bestreichen der Fußsohle mit einer färbenden Substanz vermeiden will, so herzustellen, daß man auf einen weißen Bogen einen anderen legt, dessen Unterseite mit Holzkohle, Blaustein und dergl. überstrichen ist. Tritt man auf letzteren fest auf, so drückt sich die Form der Trittspur auf den unterliegenden weißen Bogen ab, und kann hier durch geeignete Mittel fixiert werden.

4. Die Umrißfigur: der Rand des aufgesetzten Fußes wird mit einem genau senkrecht aufgesetzten dünnen oder abgeplatteten Bleistift umfahren.

5. Die Spannhöhe (Höhe des Fußrückens zum Boden) sowie die Fußwölbung an der Innenseite sind nicht am aufgesetzten, sondern am aufgehobenen unbelasteten Fuß zu messen, da hier die Fußwölbung am größten.

Fig. 201. Sohlenfläche eines Normal-Schuhleistens (nach Starcke). a b Meyersche Linie.

Arten von Schuhwerk.

Was die Frage betrifft, welche Arten von Schuhen zum Betrieb von Leibesübungen, zum Spielen und zum Wandern am geeignetsten, so sei darüber bemerkt:

1. Der hohe Schnürschuh hat den Vorzug, daß man es bei ihm in der Hand hat, dem Schuh den besten Schluß über dem Fußrücken zu geben. Für den Marsch schützt er allerdings unter Umständen nicht hinreichend vor dem Eindringen von Nässe. Sonst ist er unbedingt der beste Wanderschuh. Für Gebirgswanderungen sind die dicken Sohlen und breiten Absätze der Wanderschuhe kunstgerecht mit Eisennägeln zu beschlagen (Bergschuh).

Auf dem Turnplatz hat der Schnürschuh den Nachteil, daß die scharfen Kanten der Metallknöpfe, um welche der Schnürriemen gewunden wird, die Holz- und Lederteile der Turngeräte beschädigen können. Namentlich hölzerne Kletterstangen werden so leicht angeritzt und gefährden durch die Splitterbildung die Hände der Turnenden.

2. Schaftstiefel gewähren zwar guten Schutz gegen Nässe und Staub, sind aber, wenn stark naß geworden, schwierig anzuziehen. Ist, um letzteres zu vermeiden, der Spann wenig fest schließend, so sitzt der Stiefel zu lose; beim Marsch reibt sich dann die Ferse hinten an der starren Kappe und wird leicht wund. Das Einstecken der Hosen in den Stiefelschaft drückt die Waden, erschwert den Blutumlauf im Unterschenkel und kann so den Eintritt schneller Ermüdung begünstigen.

3. Schuhe mit Gummizügen haben den Nachteil, zu fest um das Gelenk anzuliegen und den Blutumlauf zu hemmen — wenn sie noch neu sind; umgekehrt sitzen sie zu locker, wenn nach längerem Tragen die Züge gedehnt sind und ihre Elastizität verloren haben.

Fig. 202. Fuß eines 2jährigen Kindes von der Sohlenfläche gesehen.

4. Halbschuhe sind zwar leicht, begünstigen aber wegen

mangelnden Schlusses über dem Sprunggelenk das Gleiten des Fußes nach vorn, so daß die Zehen gegen das Oberleder anstoßen. Sie taugen nichts zum Wandern. —

Für den Übungs- und Spielplatz sind leichte Schuhe aus Leder oder Segeltuch, die bis über den Knöchel reichen und nur durch Ösen hindurch geschnürt werden, die zweckentsprechendsten. Für Fußballspiel und Tennis werden neuerdings sehr gute Schuhe gefertigt. — Der Turnschuh aus Leinen mit ganz dünnen Sohlen hat nur Vorzüge beim Gerätturnen. Für stramme Marschübungen taugt er gar nicht, von Wanderungen nicht zu reden. —

Strumpf.

Wichtig für den Fuß ist auch die Form der Strümpfe. Beim Kinde im ersten Lebensjahre stehen bekanntlich die Zehen strahlenförmig auseinander (Fig. 202). Das Kind vermag die einzelnen Zehen niedlich zu bewegen, mit ihnen zu „spielen". Schon bald aber ist das Bild ein anderes. Der in konischer Spitze zulaufende Trichterstrumpf hat die Zehen langsam mit elastischem Zug aneinandergedrängt, den Mittelfuß zusammengepreßt und die Fußsohle verschmälert (Fig. 204). „Die Natur", sagt Starcke, „gab uns allein 7 starke Muskeln für den Großzeh; alle werden methodisch lahm gelegt durch die fürsorgliche Hand der strickenden Mutter." — Soll der Strumpf diese Schäden nicht zur Folge haben, so müssen für den rechten wie den linken Fuß besondere Strümpfe gefertigt werden, bei denen die Spitze nicht in der Mitte, sondern an der Innenseite liegt, der Großzehenseite. Solche Strümpfe kosten nicht mehr Arbeit als die bisher üblichen Trichterstrümpfe, zudem sind sie haltbarer an der Spitze als diese, da sich der Großzeh nicht so leicht durchbohrt. Es ist zu wünschen, daß die Handarbeitslehrerinnen der Mädchen die naturgemäße Form der Strümpfe kennen lernten und nur solche von ihren Schülerinnen fertigen ließen (Fig. 205—207).

L R
1. 2.

Fig. 203. 1. Linke und rechte Fußspitze beim richtig geformten Strumpf. 2. Fußspitze beim Trichterstrumpf.

Historisches zur Frage der Fußbekleidung.

Wie notwendig eine naturgemäße und richtige Fußbekleidung da ist, wo besondere Leistungsfähigkeit zum ausdauernden Gehen und Marschieren verlangt wird, das haben die großen Feldherren der verschiedensten Zeitalter gewürdigt. Julius Cäsar, Gustav Adolf und Friedrich der Große werden hier besonders genannt. In den Feldzügen 1870/71 ist es nicht selten vorgekommen, daß bei einem größeren Marsch bis zu 5 Prozent der Mannschaften — so viele, wie ein heftiges Gefecht kampfunfähig macht — fußkrank zurückbleiben mußten. Das Schicksal der großen Bourbakischen Armee ist durch den trostlosen Zustand des Schuhwerks bei den französischen Truppen entschieden beschleunigt worden. Vor mehr als 100 Jahren suchte der

Fig. 204.
Fuß eines 4jährigen Kindes im Strumpf, Röntgen-Aufnahme — beginnende Ablenkung der Groß- und der Kleinzehe.

holländische Anatom Petrus Camper (oben schon als Urheber des „Camperschen Gesichtswinkels“ erwähnt) in seiner 1782 erschienenen, und in die meisten europäischen Sprachen übersetzten Schrift „Von der besten Form der Schuhe“ Wandel zu schaffen. Indes ohne nachhaltigen Erfolg: Mode und Handwerksschlendrian waren stärker.

1. 2. 3.

Fig. 205—207. 1. Normal gebauter unverstümmelter Fuß. 2. Derselbe mit Normalstrumpf bekleidet. 3. Derselbe im Trichterstrumpf: man sieht, daß durch den Trichterstrumpf a) der Mittelfuß schmäler, b) der Großzeh nach der Fußmitte abgelenkt wird. (Nach Braune.)

In neuerer Zeit war es G. H. Meyer in Zürich, der die Frage wieder aufnahm. Seine Vorschläge fanden namentlich im preußischen Heere Nachachtung. Speziell mit der Frage zweckmäßiger Militärschuhe beschäftigten sich ferner der Oberstabsarzt Prof. Starcke in Berlin, der sächsische Oberstleutnant Brandt von Lindau und andere. Da die Meyerschuhe ebenso wie die Schuhe von Dr. Voetsch in Nürtingen sehr stark von den heutigen Schuhformen abweichen, so versuchten andere, wie Beely und Kirchhoff (1892), unter möglichster Wahrung der richtigen Grundsätze mehr Annäherung an den herrschenden Modegeschmack. Aus jüngster Zeit sei noch die trefflich illustrierte Darlegung des Malers Schultze-Naumburg hervorgehoben.

Fußpflege.

Was im übrigen die Fußpflege betrifft, so ist peinliche Reinlichkeit ein erstes Gebot. Bei Schweißfuß bewährt sich das Einpudern des Fußes und der Strümpfe oder der Fußlappen mit Salizylstreupulver (Mischung von Salizylsäure [3 Teile] mit Mehl [10 Teile] und gepulverter Talkerde [87 Teile]): es ist ein dummer Aberglaube, daß man gegen Schweißfüße nichts tun dürfe. Sind die Füße durch anstrengenden Marsch stark gerötet, sind gar Blasen vorhanden, oder Wundsein, so benutze man ebenfalls Salizylstreupulver. Beim Heer ist neuerdings statt dessen eine Salizylsalbe eingeführt. Bei mehrtägigen Fußwanderungen soll man das eine oder andere bei sich führen.

Hühneraugen entferne man durch Auflegen erweichender Pflaster, wie solche überall käuflich sind. Zu warnen ist vor dem Versuch, die Hühneraugen selbst mit dem Messer zu entfernen. Wiederholt haben kleine Verletzungen hierbei zu heftiger Entzündung, ja zu gefahrdrohender Blutvergiftung Anlaß gegeben. —

Eingewachsene Nägel lasse man vom Arzt operativ entfernen — und beschaffe sich darnach richtig geformtes Schuhwerk.

II.
Muskellehre.

Allgemeine Muskellehre.

Allgemeine Muskellehre.

Die Muskeln bilden die Hauptmasse des Körpers. Auf sie entfällt fast die Hälfte des Körpergewichts (bis zu 45 % nach Theile).

Während die Knochen die passiven Bewegungsorgane, bewegte Teile sind, sind die Muskeln die bewegenden, die aktiven Bewegungsorgane. Auf Reiz (Willensanregung oder andere Reize) ziehen sich die Muskeln zusammen, werden kürzer und nähern so die zwei Punkte einander, zwischen welchen sie ausgespannt sind. Das hat natürlich zur Voraussetzung, daß wenigstens einer dieser Punkte beweglich ist.

§ 82. Feinerer Bau der Muskeln.

Feinerer Bau der Muskeln.

Nach ihrem feineren Bau unterscheiden wir zwei Arten von Muskeln: quergestreifte und glatte Muskeln. Die ersteren sind fast ausnahmslos der unmittelbaren Willensbeeinflussung unterworfen und heißen daher auch willkürliche Muskeln; die glatten Muskeln sind dagegen dem Willen nicht zugänglich und heißen daher auch unwillkürliche Muskeln.

I. Quergestreifte oder willkürliche Muskeln.

Quergestreifte oder willkürliche Muskeln.

Die quergestreiften Muskeln, das rote Fleisch des Körpers, sind braunrot von Farbe. Schon mit bloßem Auge gewahrt man an ihnen einen faserigen Bau, und zwar ist diese Faserung meist parallel, manchmal auch zusammenlaufend angeordnet. Isoliert man eine solche grobe Fleischfaser und macht durch sie einen Querschnitt, so gewahrt man bei schwacher Vergrößerung, daß sie sich aus zahlreichen bündelartig vereinten feineren Fasern zusammensetzt. Man nennt daher die grobe Muskelfaser Muskelbündel, und erst die feineren zu einem Bündel zusammentretenden Fasern Muskelfasern (Fig. 208). Eine jede Muskelfaser ist umgeben von einer feinen Haut,

Muskelbündel.

Muskelfasern.

Umhüllende Muskelhaut des Muskelbündels
Muskelfasern
Muskelhaut oder Sarkolemma
Größeres Blutgefäß

Fig. 208. Muskelbündel im Durchschnitt. Vergrößert 150.

der **Muskelhaut** (Sarkolemma). Eine stärkere bindegewebige Haut, zugleich Trägerin von ernährenden Blutgefäßen, Nerven und Fettgewebe, umgibt die gröberen Muskelbündel (Fig. 212). Unter dem Einfluß geeigneter chemischer Mittel zerfasert sich auch die feinere Muskelfaser nochmals in feinste dünne Fäserchen, die als **Muskelfibrillen** (oder Primitivfasern) unter dem Mikroskop sichtbar sind (Fig. 210).

Muskelfibrillen.

Fig. 209. Ein Bündel quergestreifter Muskelfasern. Vergrößert 150.

Fig. 210. Auflösung einer Muskelfaser in Muskelfibrillen. Vergrößert 500.

Fig. 211. Auflösung einer Muskelfibrille in kleine Scheibchen. Vergr. 800.

Sowohl die Muskelfasern als auch die einzelnen Fibrillen zeigen bei stärkerer Vergrößerung durchweg eine feine **Querstreifung**, d. h. sie setzen sich zusammen aus Scheiben von abwechselnd dunkler und heller Färbung, infolge verschiedener Lichtbrechung dieser Schichten. Löst man die dunkleren Streifen durch Salzsäure auf, so bleiben die lichteren Scheiben der Fibrillen, gewissermaßen Säulenstücke, als kleinste **Fleischteilchen** („sarcous elements“) übrig (Fig. 211).

Unter der Muskelfaserhaut (dem Sarkolemma) liegen Zellkerne eingestreut, die **Muskelkörperchen**. Sie haben besondere Wichtigkeit dadurch, daß von ihnen aus der jugendliche Muskel sich bildet und wächst, und daß sie auch beim Erwachsenen noch Bildungselemente darstellen, von denen aus der Muskel sich vergrößern, vielleicht auch neue Fasern zu den alten bilden kann.

Die Muskelfasern sind sehr lang und enden mit einem abgestumpften Ende. Über das Ende hinaus setzt sich die Muskelhaut fort. Da, wo der Muskel unmittelbar mit dem Knochen verbunden ist, stellt sich der Zusammenhang so her, daß die Haut der Muskelfasern und Muskelbündel einfach mit der Knochenhaut (dem Periost) verschmilzt. Meist ist es aber ein straffes bindegewebiges Band, die **Sehne**, mit welcher der Muskel sich an den Knochen anheftet. Die Sehne entsteht aus dem Zusammentritt der umhüllenden Häute der Muskelfasern und Muskelbündel (Fig. 212).

Sehne.

Fig. 212. Übergang des Muskelendes in die Sehne und Ansatz am Knochen (schematisch).

Die Sehne ist blendend weiß, aus ungemein starken und festen, parallel nebeneinander gelagerten Fasern bestehend. Sie ist umgeben von der Sehnenhaut oder Sehnenscheide, der Trägerin der die Sehne ernährenden Blut- und Lymphgefäße. Zwischen Sehne und Sehnenscheide befindet sich eine schlüpfrige Flüssigkeit, welche ähnlich der Gelenkschmiere in den Gelenken das ungehinderte glatte Gleiten der Sehne bei Bewegung gewährleistet. Entzündungen pflanzen sich in dem Raum zwischen Sehnenscheide und Sehne ungemein leicht die Sehne entlang fort (Sehnenscheidenentzündung).

Sehnenscheide.

In die Muskelfaser tritt seitlich der Muskelnerv ein. Die Nerven des Muskels haben zweierlei Funktionen. Vorzugsweise sind sie Bewegungsnerven (motorische Nerven), d. h. sie leiten die Willensanregungen vom Zentralnervensystem — Hirn und Rückenmark — zum Muskel hin, und veranlassen letzteren zur Arbeit. Außer diesen Bewegungsnerven hat der Muskel aber auch Empfindungsnerven, d. h. Nerven, welche die Kunde von den äußeren Zuständen im Muskel zum Zentralnervensystem, also zum Bewußtsein vermitteln. Wir nennen diese Empfindung das Muskelgefühl. Als eine Art Ergänzung des Tastsinnes lehrt es erkennen, wie der Widerstand beschaffen ist, den der Muskel bei seiner Tätigkeit findet; es läßt den Kraftaufwand abwägen, der zur Lösung einer Bewegungsaufgabe nötig ist, und gewährt eine Abschätzung des Gewichtes von Körpern, die wir heben, der Festigkeit von Gegenständen, die wir von ihrer Stelle bewegen wollen, eine Abschätzung ferner der Beschaffenheit dieser Gegenstände, ob sie hart, weich, spröde oder elastisch sind. Es sind weiter diese Empfindungsnerven der Muskeln, welche zugleich mit denen der Gelenke uns befähigen, auch bei geschlossenen Augen das Gleichgewicht im Stehen wie im Gehen zu erhalten. Endlich vermitteln noch diese Muskelnerven das Gefühl von Frische oder Ermüdung.

Muskelnerven.

Fig. 213. Endung der Nerven im Muskel.

Der Bewegungsnerv der Muskelfaser endet in einer kleinen Auftreibung an der Muskelhaut, dem Nervenhügel oder der motorischen Endplatte (Fig. 213). Dabei geht die umhüllende Haut des Nerven unmittelbar in die Muskelhaut über, während der Nerv selbst sich im Nervenendhügel verzweigt, in die Substanz der Muskelfaser eindringt und mit ihr verschmilzt. Nerv und Muskel bilden also auch anatomisch eine Einheit: der Muskel ist eben nichts anderes als ein Endorgan des Nervensystems.

Nicht alle quergestreiften Muskeln sind willkürliche. Eine Ausnahme machen: 1. Die Muskeln des Schlundkopfes (Muskeln des Rachens und des oberen Drittels der Speiseröhre), deren Tätigkeit beim Schlucken unwillkürlich erfolgt; 2. die Atemmuskeln, welche zwar der Willensbeeinflussung unterworfen werden können, für gewöhnlich aber ohne Zutun des Willens von selbst, rein automatisch, arbeiten; endlich 3. das Herz, welches der direkten Willensbeeinflussung gänzlich unzugänglich ist.

Fig. 214. Quergestreifte Muskelfasern des Herzens bei 400facher Vergrößerung.

Die Muskulatur des Herzens ist zwar quergestreift, unterscheidet sich indes durch besonderen Bau von den anderen quergestreiften Muskeln des Körpers. Sie besteht nicht aus langen, an beiden Enden spitz zulaufenden Fasern, sondern aus kurzen, verzweigten ein- oder zweikernigen quergestreiften Zellen, deren Äste mit den Ästen benachbarter Zellen in gleichsinniger Richtung mit der Querstreifung zusammenstoßen. Der Zellkörper setzt sich aus quergestreiften Muskelfibrillen zusammen. Diese Muskelzellen des Herzens, allenthalben miteinander verbunden und ineinander verfilzt, stellen also ein dichtes zusammenhängendes Netzwerk dar (Fig. 214). — Neuerdings betrachtet man die Fasern der willkürlichen quergestreiften Muskeln bezüglich ihres physiologischen Verhaltens nicht mehr als gleichwertige, sondern unterscheidet blasse und rote (oder trübe) Fasern, die selbst innerhalb desselben Muskels nebeneinander vorkommen können (Arwed; Grützner).

Rote und blasse Muskelfasern.

Die meisten oder blassen Fasern haben kürzere Dauer der Zusammenziehung, sind leichter erregbar, arbeiten flinker, ermüden aber auch leichter. Die Muskeln, welche vorzugsweise aus blassen Fasern bestehen, erzeugen die flinken Einzelbewegungen, haben größere Hubhöhe und größere absolute Kraft in der Einzelzuckung (s. u.).

Die roten Fasern vollführen die gedehnten ausdauernden Bewegungen, passen sich in der Muskelkraft mehr an die zu überwindenden Widerstände an und kommen daher vorwiegend vor in den anhaltend tätigen Muskeln, z. B. den Atemmuskeln, den Kaumuskeln, den Augenmuskeln. Auch der Herzmuskel gehört hierzu. Es ist immerhin von Interesse, daß im feineren Bau der Muskeln solche Unterschiede je nach der vorwiegenden Art der Tätigkeit dieser Muskeln bestehen.

II. Glatte oder unwillkürliche Muskeln.

Glatte oder unwillkürliche Muskeln

Die glatten oder organischen Muskelfasern, Faserzellen, denen die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen und damit zu verkürzen, zukommt, kommen im ganzen Körper überall da vor, wo sich Bewegungen unabhängig vom Willen vollziehen: so in den Wänden des gesamten Verdauungskanals, in den Luftröhren, in den Ausführungsgängen der Drüsen, in Harnleiter und Harnblase, in Samenbläschen und Gebärmutter, in der Brustwarze, in den Wänden der Blutgefäße, in der behaarten Haut.

Fig. 215. Glatte oder organische Muskelfasern bei 3—400facher Vergrößerung.

Der Gestalt nach sind sie spindelförmige, kernhaltige Zellen, bald sehr lang und bandförmig (wie im Darmkanal), bald kürzer (wie in der Wand der Blutgefäße) (Fig. 215). Sie liegen in den betreffenden Organen meist in bestimmter Richtung (längs oder quer) bündelförmig vereint, und bilden in der Wand der Blutgefäße, Drüsen-, Darm- usw. Rohre eine besondere zusammenhängende Schicht (Fig. 216). Da wo sie mehr kugelige Hohlräume umgeben, wie z. B. bei der Blase und der Gebärmutter, kreuzen sie sich in allen Richtungen. Nerven, dem System der unwillkürlichen Nerven, dem sympathischen Geflecht entstammend, treten allenthalben mit den glatten Muskelfasern in Verbindung und geben die unabhängig vom Willen erfolgenden Anregungen zu ihrer Zusammenziehung.

Fig. 216. Bündel glatter Muskelfasern. Vergrößerung 350.

§ 83. Erregbarkeit des Muskels.

Die Fähigkeit des Muskels, sich auf erhaltene Reize hin zu verkürzen, d. h. zu arbeiten, heißt Erregbarkeit. Der Zustand der Muskeltätigkeit, in welche der Muskel durch Reizung versetzt wird, heißt Erregung.

Erregbarkeit des Muskels.

Die Muskelreize setzen im Augenblicke der Tätigkeit die chemischen Spannkräfte des Muskels in Arbeit und Wärme um. Sie wirken mithin als auslösende Kräfte, gleichwie der Funken, der die im Schießpulver schlummernden Spannkräfte auslöst und Explosion hervorruft, so daß Arbeit — Fortschnellen der Kugel — geleistet und Wärme — Erhitzung der Gewehrkammer — frei wird.

Man unterscheidet folgende Reize, die den Muskel zur Zusammenziehung veranlassen:

1. Natürliche oder Normalreize, das sind solche, welche durch den Nerven von einem Nervenzentrum (Hirn, Rückenmark, sympathisches Geflecht) her dem Muskel mitgeteilt werden.

2. Künstliche Reize. Der Muskel zieht sich z. B. zusammen, wenn er in Berührung kommt mit stark ätzenden Säuren (chemischer Reiz); wenn ihm ein sehr heißer oder ein sehr kalter Gegenstand genähert wird (thermischer Reiz); wenn er stark gequetscht oder gezerrt wird (mechanischer Reiz). Namentlich hervorzuheben ist aber die Reizung des Muskels durch elektrische Ströme, weil solche, als am leichtesten zu handhaben, abzustufen und abzumessen, vorzugsweise zur wissenschaftlichen Untersuchung der Muskel- und Nerventätigkeit benutzt werden.

Man kann auf diese Weise entweder die Muskelsubstanz selbst reizen, oder auch den zum Muskel führenden Nerven, der dann die Erregung auf den Muskel fortleitet.

§ 84. Gestaltveränderung des tätigen Muskels.

Wird der ruhende und nicht durch ein seine absolute Kraft übersteigendes Gewicht gedehnte Muskel durch irgend einen Reiz in Tätigkeit versetzt, so tritt folgendes ein:

1. Der tätige Muskel verkürzt sich unter Zunahme seiner Dicke; im allgemeinen um so mehr, je stärker der Reiz. Die stärkste Zusammenziehung bringt der natürliche Reiz durch den Nerven hervor, der hierin dem kräftigsten elektrischen Strom überlegen ist.

2. Der verkürzte Muskel nimmt in seinem Gesamtinhalt (Volum) etwas ab, in seinem spezifischen Gewicht etwas zu.

3. Im tätigen verkürzten Muskel sind die Blutgefäße stets erweitert, und ist demgemäß der Blutgehalt, dem lebhaften Stoffumsatz entsprechend, ein größerer.

4. Vermöge seiner Elastizität nimmt der Muskel, der sich auf einen Reiz hin verkürzt hatte, nach Aufhören des Reizes von selbst seine frühere Länge wieder an, wie er sie in der Ruhelage vorher innegehabt hatte.

§ 85. Zeitlicher Verlauf der Muskelzusammenziehung.

Legt man einen einzelnen Muskel mit seinen zugehörigen Nerven frei und reizt den Nerven durch einen einzigen elektrischen Schlag, so bewirkt letzterer eine einmalige ganz kurze Zusammenziehung des Muskels, die sogenannte Muskelzuckung, das heißt also: nach empfangenem Reiz verkürzt sich der bis dahin

Zeitlicher Verlauf der Muskelzusammenziehung.

untätige Muskel schnell und kehrt dann rasch wieder in den erschlafften Zustand zurück. Läßt man sehr schnell hintereinander eine Reihe solcher Reizstöße durch den Nerven zum Muskel gehen und zwar mittels des in einem fort unterbrochenen und wieder geschlossenen elektrischen Stromes (Induktionsstrom), so bleibt der Muskel ebensolange andauernd zusammengezogen, andauernd arbeitend. Eine Reihe einzelner, sehr schnell aufeinander folgender Zuckungen fließt in eine andauernde Zusammenziehung zusammen.

Genau so erzielt auch unser Wille eine anhaltende Zusammenziehung — und die meisten Bewegungen sind solche — dadurch, daß er in einem fort Reizstöße zum zusammengezogenen Muskel schickt, so lange eine Bewegung anhält. Die „Zuckung" ist also der elementare Vorgang; alle länger verlaufenden Muskelzusammenziehungen sind aus schnell hintereinander folgenden Zuckungen zusammengesetzt.

Man hat Vorrichtungen ersonnen, welche den Muskel in den Stand setzen, daß er Kraft und Zeitmaß einer Zuckung selbst auf die genaueste Weise aufzeichnet.

Bringt man die Sehne eines frischen bloßgelegten Muskels (z. B. vom Frosch) in Verbindung mit einem ganz leicht beweglichen einarmigen Hebel und reizt den Muskel von seinem Nerven aus, so wird der Hebel bei der dann folgenden Zusammenziehung des Muskels entsprechend bewegt werden. Versieht man das bewegliche Ende des Hebels mit einer Spitze, an welcher flüssige Farbe oder Tinte sich befindet, und stellt eine Fläche so gegen diese Spitze, daß beide sich ganz leicht berühren, so wird die Schreibspitze auf der Fläche einen Strich aufzeichnen, dessen Länge dem Umfang der Zusammenziehung des Muskels (der „Hubhöhe") entspricht. Bewege ich während der Zusammenziehung die Schreibfläche an der Schreibspitze schnell vorbei, oder ersetze ich dieselbe durch einen Zylinder (Trommel), der mittels Uhrwerks sich dreht, so erhalte ich statt des einfachen Strichs eine längere gekrümmte Linie, eine „Kurve". Kann man es ferner so einrichten, daß die Schreibspitze genau in demselben Augenblick die Trommel berührt und zu schreiben anfängt, in welchem die Reizung des Muskels erfolgt, so gibt die aufgezeichnete Kurve, da die Umdrehungsgeschwindigkeit der Trommel bekannt ist, auch aufs genaueste den zeitlichen Verlauf einer Muskelzusammenziehung, einer „Zuckung" an (Fig. 217).

Fig. 217. Schema eines Miographions. e elektrische Zuleitung. n Nerv, der zum Wadenmuskel m führt; S Schreibhebel, Tr rotierende Trommel, K aufgezeichnete Zuckungskurven.

Es ist hier nicht der Ort, zu beschreiben, mit welch geistreich ersonnenen Apparaten — der Name Helmholtz ist hier in erster Linie zu nennen — die diesbezüglichen, für die Erforschung der Nerven- und Muskeltätigkeit grundlegenden Versuche ausgeführt sind. Man nennt einen solchen Apparat „Myographion".

Die Figur zeigt schematisch eine solche Versuchsanordnung. An einem Froschschenkel ist bei n der zum Wadenschenkel führende Nerv bloßgelegt und mit den Polen einer elektrischen Batterie verbunden. Die Sehne des Wadenmuskels m ist von ihrem Ansatz an der Ferse losgetrennt und durch einen Faden mit dem Schreibhebel S verbunden. Letzterer liegt mit seiner Spitze ganz lose der sich umdrehenden Trommel Tr auf. Zieht sich der Muskel zusammen, so wird er mittels des an der

Sehne hängenden Fadens den Schreibhebel zu sich bewegen; erschlafft der Muskel, so kehrt der Schreibhebel in seine Ausgangsstellung zurück.

Löst man auf solche Weise durch einen elektrischen Schlag eine Zuckung des Muskels auf, so lehrt die aufgezeichnete Kurve zunächst folgendes (Fig. 218):

Zuckungskurve.

1. Die Zuckung verläuft sehr schnell.

2. Der aufsteigende Teil der Kurve ist steiler als der absteigende; das heißt: der Muskel braucht weniger Zeit, um die volle Höhe der Zusammenziehung (bei c) zu erreichen, als er braucht, um in den Ruhestand zurückzukehren (bei d).

3. Die Zusammenziehung beginnt nicht in demselben Augenblicke, wo die Reizung (bei a) erfolgt, sondern etwas später (bei b).

Fig. 218. Zuckungskurve.

Zuckungszeiten.

Man teilt demgemäß den Verlauf einer Muskelzusammenziehung oder Zuckung in verschiedene Zeiten (Stadien) ein.

a) Die Zeit der verborgenen („latenten") Reizung, d. h. die Zeit, welche der Muskel gebraucht, um nach erhaltenem Reiz sich vorzubereiten, ehe er die Zusammenziehung ausführt. Die Dauer dieser Zeit beträgt beim frischen Muskel 0.01 Sekunde; sie wird eine längere bei Ermüdung, Abkühlung oder zunehmender Belastung des Muskels, während sie bei stärkerem Reiz oder Erwärmung noch gekürzt wird.

b) Zeit der steigenden Energie. Sie beträgt beim frischen Muskel 0.03 bis 0.06 Sekunden. Sie fällt um so kürzer aus, und die Kurve wird um so steiler, je kleiner die Verkürzung ist, je geringer die zu hebende Last, je frischer der Muskel.

c) Zeit der absinkenden Energie oder Abklingen der Bewegung zum Ruhestand zurück. Diese Zeit erfolgt langsamer, ist also länger als die Zeit der steigenden Energie.

d) Die Zeit der sogen. elastischen Nachschwingung, in welcher der schon erschlaffte Muskel noch einmal in ganz geringem Grade sich verkürzt, wird neuerdings auf die später eintretende Zusammenziehung der roten oder trüben Fasern des Muskels bezogen.

Fig. 219. M Muskel, N sein Nerv. Letzterer an zwei verschiedenen Stellen (a und b) gereizt.

Wenn man den Muskel vom Nerven aus reizt — und der natürliche Willensantrieb kann ja auch nur diesen Weg nehmen, um zum Muskel zu gelangen — so ist die Zuckung um so größer und dauert um so länger, je weiter entfernt vom Muskel und je näher den Zentralorganen der Nerv gereizt wird (Fig. 219). Im Nerven sind also Spannkräfte vorhanden, welche beim Hindurchgehen einer Reizwelle sich mit wachsender Energie auslösen: der Reiz schwillt im Nerven lawinenartig an.

Fortpflanzung eines Reizes im Nerven.

Die Fortpflanzung des Reizes im Nerven erfolgt nicht etwa ähnlich der Schnelligkeit des Stromes im elektrischen Draht, sondern erheblich langsamer. Sie beträgt 33,9 Meter in der Sekunde. Noch langsamer pflanzt sich die Reizwelle im Muskel selbst fort, nämlich mit einer Schnelligkeit von 10—13 Metern in der Sekunde.

§ 86. Erscheinungen beim ermüdeten Muskel.

Erscheinungen beim ermüdeten Muskel.

Läßt man einen Muskel hintereinander eine große Zahl von Zusammenziehungen ausführen, so bleiben die Kurven, welche der Muskel aufschreibt, nicht die gleichen wie im Anfang, sondern sie verändern sich allmählich in zunehmendem Maße. Und zwar wird nach einer größeren Zahl von gleich starken Reizen:

1. Die Vorbereitungszeit des Muskels eine größere, d. h. er beginnt sich später zusammenzuziehen.

2. Die steigende Energie wird allmählich geringer. Dies nach zwei Richtungen hin: Der Muskel zieht sich langsamer zusammen, erreicht also den Gipfel der Zusammenziehung erst später; und der Gipfel erreicht nicht mehr die anfängliche Höhe, die Kurve wird flacher und flacher. Mit anderen Worten: Die Kraft der Zusammenziehung ist vermindert. Schließlich wird die Kurve zur geraden Linie: d. h. der Muskel ist überhaupt nicht mehr zur Arbeit zu bringen. Er ist erschöpft.

Fig. 220. Zuckungskurve A eines frischen, B eines halbermüdeten, C eines stark ermüdeten Muskels. R a, R b R c die entsprechenden Vorbereitungszeiten.

Je stärker der Muskel bei diesen Versuchen mit einem Gewicht belastet ist, welches er heben soll, um so schneller treten diese Verhältnisse ein. Es braucht dann jedesmal stärkere Reizung, wenn der belastete Muskel wiederholt hintereinander dieselbe Hubhöhe erreichen, dieselbe Arbeit leisten soll. Schließlich vermögen auch die allerstärksten Reize den Muskel nicht mehr zur anfänglichen Leistung zu bringen: die Kraft des Muskels versagt.

Die Ursache dieser Erscheinungen nennen wir Ermüdung. Wir können also folgende Tatsachen verzeichnen:

1. der ermüdete Muskel bedarf zu gleicher Arbeitsleistung einer stärkeren Anregung oder Reizung als der frische Muskel;
2. seine absolute Muskelkraft ist vermindert;
3. seine Zusammenziehung verläuft träge.

§ 87. Anhaltende Zusammenziehung oder Tetanus.

Anhaltende Zusammenziehung des Muskels.

Die meisten Bewegungen des Alltagslebens wie der Leibesübungen sind anhaltendere Bewegungen, bestehen nicht aus einer einzigen kurzen Muskelzuckung, sondern setzen sich aus mehreren oder vielen kurz aufeinander folgenden und miteinander verschmelzenden Zuckungen zusammen. Nach v. Kries sind selbst bei den schnellsten willkürlichen Bewegungen mindestens 4 Reizstöße wirksam.

Folgen Reizstöße schnell aufeinander, so hat der Muskel keine Zeit, sich nach der Verkürzung wieder zu verlängern, sondern er verharrt in einer je nach der Schnelligkeit der sich folgenden Schläge stoßweise erzitternden anhaltenden Verkürzung, welche Tetanus (= Starrkrampf) genannt wird. Je schneller die Reizstöße aufeinander folgen, um so mehr wird schließlich eine ununterbrochene, gleichmäßig anhaltende Zusammenziehung erzielt (Fig. 221 I—III).

Steckt man in Sehne und in Fleisch eines in anhaltende Zusammenziehung versetzten Muskels zwei Nadeln und verbindet diese mit den Drähten eines Telephons,

so hört man einen Ton: ein Beweis, daß sich im Muskel intermittierende Schwankungen, d. h. aneinander gereihte Zuckungen vollziehen.

Ähnlich wenn man beide Zeigefingerspitzen in die Ohren steckt und nun willkürlich den zweiköpfigen Armbeuger aufs schärfste zusammenzieht: man hört dann ein deutliches zitterndes Brausen im Ohre. In gleicher Weise kann man dies Geräusch sich deutlich machen, wenn man des Nachts bei verstopften Ohren heftig die Kiefer gegeneinander preßt (Zusammenziehung der Kaumuskeln). Helmholtz bestimmte so, daß der Muskel 18—20 natürliche Reizstöße in der Sekunde empfange.

I.

II.

III.

Fig. 221. Anhaltende Zusammenziehung durch Zusammenfließen vieler Reizstöße. Die Zahl derselben jedesmal auf der Linie unten angegeben.

Die Zahl der künstlichen (elektrischen) Reizstöße, welche in der Sekunde nötig sind, um den Muskel in anhaltende Zusammenziehung zu versetzen, ist verschieden. So sind in der Sekunde erforderlich beim Froschmuskel 15, beim Schildkrötenmuskel 2—3, bei Vögeln 70, bei Insektenmuskeln 330—440 Reizstöße.

Aber nicht nur, daß schnell aufeinander folgende Zuckungen zu einer anhaltenden Verkürzung verschmelzen, sie erzielen auch, indem sich ihre Wirkungen addieren, eine weit stärkere Zusammenziehung des Muskels, als es ein einzelner Reiz, und wäre er noch so stark, es vermag. Nur muß der zweite Reizschlag noch zu einer Zeit erfolgen und auf den Muskel wirken, wo sich der Muskel vom ersten Reizstoß her noch in Verkürzung befindet. Diese anfängliche Zunahme der aufeinanderfolgenden Zuckungshöhen wird physiologisch auch als „Treppe" bezeichnet.

§ 88. Stoffwechsel des Muskels.

Stoffwechsel des Muskels.

Das Muskelgewebe liefert die Kraft für die mechanischen Leistungen des Körpers. Wie die Leistungen der Dampfmaschine schließlich auf den Spannkräften beruhen, welche durch die Verbrennung der Kohle geliefert werden, und wie die Verbrennung nichts anderes ist, als ein Oxydationsvorgang, d. h. eine chemische Verbindung des Kohlenstoffs mit dem gasförmigen Sauerstoff der Luft, so ist auch der lebende Muskel eine physiologische Kraftmaschine, in welcher chemische Umsetzungen und zwar ebenfalls Verbrennungs- und Oxydationsvorgänge stattfinden, die sich in Wärme und lebendige Kraft oder Arbeit verwandeln.

Der Muskel benötigt also zu seiner Arbeit Sauerstoff und liefert als Hauptverbrennungsprodukt die Verbindung von Sauerstoff mit dem Kohlenstoff der an der Stoffzersetzung beteiligten — der Nahrung entstammenden und im Muskelgewebe selbst oder im Muskelblut enthaltenen — Stoffe, nämlich die Kohlensäure.

Nutzeffekt der Muskelarbeit.

In der Ausnutzung der durch die Verbrennung erzeugten Kraft, d. h. im mechanischen Nutzeffekt, ist der Muskel jeder von Menschenhand gefertigten Maschine überlegen. Über ein Drittel (33—35%) des aufgewendeten Energiewertes (s. u. § 98) stehen dem Muskel unter günstigen Verhältnissen zu mechanischen Zwecken zur Verfügung — der Dampfmaschine aber nur 4—8%, einem Gasmotor bester Konstruktion über 20%. Jedoch gibt es Umstände — wozu, wie wir noch sehen werden, Ermüdung, Häufung der mechanischen Arbeit in der Zeiteinheit, Überlastung

einzelner Muskeln u. dergl. gehören — welche ein wesentlich ungünstigeres Verhältnis zwischen Stoffverbrauch und mechanischem Nutzeffekt bedingen.

Der Stoffwechsel des ruhenden Muskels.

Der ruhende Muskel ist in fortwährendem Stoffwechsel — innere Atmung — begriffen. Er liefert damit hauptsächlich die Wärme des Körpers. Er entnimmt dem Blute, welches ihn durchströmt, Sauerstoff, und gibt Kohlensäure an dasselbe ab. Er entnimmt aber mehr Sauerstoff als der abgegebenen Kohlensäure entspricht, d. h. er speichert einen Überschuß von Sauerstoff auf.

Stoffwechsel des tätigen Muskels.

Beim tätigen Muskel sind die Blutgefäße, da der Stoffumsatz ein größerer, stets erweitert, derart, daß im maximal arbeitenden Muskel sich eine 7—10mal größere Blutmenge befindet als im ruhenden Muskel. Folgende Erscheinungen treten bei Muskeltätigkeit ein:

1. Der Muskel scheidet bedeutend mehr Kohlensäure aus.
2. Der Muskel verbraucht weit mehr Sauerstoff. Dieser Mehrverbrauch an Sauerstoff wird gedeckt dadurch, daß:
   a) Der in Blut und Muskeln vorhandene Sauerstoff mehr ausgenutzt wird,
   b) Der Körper vermittels des Gaswechsels in den Lungen während der Arbeit mehr Sauerstoff (bis zum 4—5fachen) als im Ruhezustand aufnimmt.
3. Alle Bestandteile des Muskels geraten in lebhafteren Stoffumsatz, wobei der Muskel seine chemische Reaktion ändert: Der ruhende Muskel reagiert neutral, der tätige sauer.

§ 89. Stoffliche Ursachen der Ermüdung des Muskels.

Stoffliche Ursachen der Ermüdung des Muskels.

Bei Muskelarbeit treten als Endprodukte der chemischen Umsetzung im Muskel auf:

Anhäufung von Kohlensäure.

1. Vermehrte Mengen von Kohlensäure. Sie wird durch die Ausatmung aus dem Körper ausgeschieden. Je umfangreicher die Muskelarbeit, um so massenhafter die Kohlensäure — und um so ausgiebiger müssen, veranlaßt durch bestimmte, dem Stoffwechsel in den Muskeln entstammende und im Blute umkreisende Reizstoffe, die Lungen arbeiten, um diese Mengen von Kohlensäure auszuatmen. Denn die Kohlensäure ist ein giftiges Gas, sobald sie im Übermaß im Blute sich anhäuft.

Atemlosigkeit.

Sind an der Muskelarbeit besonders viele und große Muskeln beteiligt und anhaltend in stärkstem Maße tätig, so kann die Menge der dadurch entstehenden und ins Blut aufgenommenen Kohlensäure derart anwachsen, daß die Lungen ihrer Aufgabe, das giftige Gas augenblicklich auszuscheiden, auch bei tiefster Atembewegung nicht mehr genügen können. Es tritt dann vorübergehende Lungenermüdung, d. h. der Zustand der Atemlosigkeit ein, und gleichzeitig wird die Weiterarbeit der Muskeln fast instinktiv unterbrochen. Sie kann erst wieder aufgenommen werden, wenn die Lungen in der Muskelruhe der Übermenge von Kohlensäure Herr geworden sind, und der regelmäßige Atemgang sich wieder eingestellt hat. — Wir kommen darauf später noch zurück.

Ermüdungsstoffe.

2. Weiter tritt nach Muskelarbeit in vermehrter Menge eine Reihe von chemischen Stoffen im Muskel auf, das sind die Ermüdungsstoffe. Vorzugsweise handelt es sich um Säuren, und zwar die freie oder die in sauren Salzen gebundene Phosphorsäure, sowie Milchsäure.

Die Zerfallstoffe, welche durch Muskeltätigkeit entstehen, sind wie die Kohlensäure giftiger Art, sobald sie im Muskel oder im Körper (d. h. im Blute) übermäßig sich anhäufen. Sie werden nicht augenblicklich ausgeschieden, wie die Kohlen=

säure, sondern oft viele Stunden nach der stärkeren Arbeit, und zwar durch die Haut, mittels des Schweißes, durch die Nieren im Harn und durch den Darm im Kot.

Bei übermäßiger Muskelarbeit tritt zur „Ermüdung", d. h. der Lähmung durch die Stoffwechselprodukte hinzu die „Erschöpfung", d. h. Lähmung durch vollständigen Verbrauch des arbeitsfähigen Materials.

§ 90. Örtliche oder lokale Muskelermüdung.

Lokale Muskelermüdung.

Nach einer kurzdauernden Muskelbewegung werden die im Blute entstandenen „Ermüdungsstoffe" schnellstens durch den Blutstrom fortgeschwemmt, und der Muskel ist bald wieder zur selben Leistung fähig. Anders wenn der Muskel anhaltend verkürzt bleibt (z. B. bei einer langandauernden Halte), oder wenn eine starke Muskelarbeit von kurzer Dauer häufig hintereinander bei kleinen Ruhepausen wiederholt wird. In beiden Fällen häufen sich die infolge der Muskelarbeit entstehenden Stoffe derart im Muskel an, daß sie nicht vom durchströmenden Blute vollständig entfernt (ausgewaschen) werden können. Diese Ermüdungsstoffe wirken dann auf den überangestrengten Muskel so ein, daß sie zunächst seine *Erregbarkeit herabsetzen* (s. o.), und daß nur vermehrte Willensanstrengung den Muskel zur Weiterarbeit zu bringen vermag. Der ermüdete Muskel wird ferner bei Belastung *leichter dehnbar*, ein Umstand, der beim Herzmuskel (Entstehung von Herzerweiterung nach Herzermüdung) verhängnisvoll werden kann. Schließlich aber wird der Muskel völlig *gelähmt*, er versagt auch bei der energischsten Willensanregung. Erst nach bestimmter Ruhezeit hat sich der Muskel wieder *erholt*, und wird wieder mehr oder weniger arbeitsfähig.

Beispiel: Der seitwärts wagerecht ausgestreckte Arm, der vorzugsweise vom dreieckigen Schulter- (Delta-) Muskel gehalten wird. Anfänglich die leichteste Sache der Welt, den Arm wagerecht zu halten, wird schon nach einer Anzahl von Sekunden der Arm schwerer und schwerer, und fällt schließlich wie lahm herab – trotz äußerster Willensanstrengung, den Arm zu halten.

Belastet man dabei den Arm noch dadurch, daß man eine Hantel in die Hand nimmt, so tritt die vollständige örtliche Ermüdung um so schneller ein, je schwerer die Hantel, d. h. je größer die vom Deltamuskel in der Zeiteinheit zu leistende Arbeit. Die Übermüdung des Muskels ist fast stets mit einem mehr oder weniger lebhaften *Schmerzgefühl* im Muskel verbunden.

Läßt man nach solcher Anstrengung den Arm eine Weile ganz ruhen, so schwindet der Schmerz und das Gefühl der Schwere. Die in dem ermüdeten Muskel angehäuften Ermüdungsstoffe werden vom Blutstrom weggeführt: der Muskel wird wieder arbeitsfähig. Indes nicht vollständig; denn führt man dieselbe Halte nach entsprechenden Ruhepausen *wiederholt* aus, so wird die Zeit, während welcher der Arm belastet oder unbelastet wagerecht ausgestreckt gehalten werden kann, zuletzt immer kürzer: die Ermüdung tritt immer schneller ein. Schließlich versagt der Muskel gänzlich. Noch am folgenden, ja manchmal noch am zweiten oder dritten Tage nach der Anstrengung ist der Muskel schmerzhaft, namentlich bei jedem Versuch ihn zu bewegen, er ist steif, anscheinend etwas geschwellt: kurz er leidet am sogenannten „*Turnfieber*". Diese Schmerzhaftigkeit des Muskels beruht zum großen Teil auf Durchfeuchtung, d. h. Wasseraustritt aus den während der Arbeit stark erweiterten Blutgefäßen in das Muskelgewebe.

Turnfieber.

Durch häufige regelmäßige Übung wird nicht nur der Muskel arbeitsfähiger, so daß er die gedachte oder eine andere ähnliche Übung längere Zeit hindurch und häufiger hintereinander ausführen kann, sondern es treten auch die nachträglichen Ermüdungsanzeichen, das Turnfieber, kaum oder überhaupt nicht mehr auf. Der Muskel ist durchgeübt: „träniert".

In dem gewählten Beispiel war die ganze Arbeit: Hebung und Haltung des Armes — eine an sich geringe Kraftleistung, bei zahlreichen Leibesübungen wird das Vielfache an Kraft mit Leichtigkeit bewältigt — dem Deltamuskel aufgebürdet (Fig. 225). Nun kann ich dieselbe Übung so anstellen, daß der wagerecht ausgestreckte Arm auch noch stark um seine Achse hin- und hergedreht wird. (Armdrehen.) Dabei wird — während bei der einfachen wagerechten Haltung mit dem Handrücken nach oben alle Bündel des Deltamuskels vereint die Armlast trugen — fortschreitend mit der Drehung des Oberarmknochens ein Teil der Bündel des Deltamuskels außer Tätigkeit gesetzt, und nur einzelne aufs äußerste angestrengte Muskelbündel halten die Armlast. Die Mithilfe kleiner Schultermuskeln, namentlich des Obergrätenmuskels, kann als unwesentlich außer acht bleiben.

Obschon nun dieses zur anfänglichen Übung hinzukommende Armdrehen mechanisch eine sehr geringe Mehrleistung bedeutet, so wird dadurch der Arm trotzdem bedeutend früher ermüdet. Es tritt viel früher heftiger Schmerz an der Schulter auf, und nicht nur der Deltamuskel selbst wird viel eher leistungsfähig, sondern zahlreiche andere Armbewegungen werden schwieriger und behindert, obschon die gesamte übrige Armmuskulatur so gut wie gar nicht ins Spiel getreten war, und volle Arbeitsfähigkeit besitzt. Denn die gedachte Übung hatte einzelne Bündel des Deltamuskels derart übermüdet, daß sie bei allen Armbewegungen, an denen sie, wenn auch nur in geringem Grade beteiligt sind, nicht nur bald versagen — dieser Ausfall könnte

Schlüsselbein
Schulterhöhe Deltamuskel
Oberarmknochen

Fig. 222. Drehung des wagerecht ausgestreckten Oberarms nach vorn und hinten in der Richtung der Pfeile.

durch andere Muskeln zum Teil gedeckt werden —, sondern daß sie vor allem durch ihre Schmerzhaftigkeit bei jedem leisen Versuch der Bewegung hindernd einwirken; die Schulter ist dadurch geradezu wie lahm.

Die örtliche (lokale) Ermüdung oder Übermüdung nur einzelner Bündel eines Schultermuskels wirkt mithin beschränkend und lähmend auf die Muskeltätigkeit der gesamten Schulter und des Arms.

Führt man durch Übungen, welche zwar keine großen mechanischen Kraftleistungen verlangen, aber letztere ganz unverhältnismäßig kleinen Muskelpartien aufbürden, ähnliche Ermüdungserscheinungen etwa an der Kreuzgegend, an Hüften oder Knien herbei, so kann auf diese Weise, durch lokale Übermüdung nur geringfügiger Muskelbezirke die Tätigkeit der gesamten menschlichen Bewegungsmaschine gehemmt und das Gefühl erweckt werden, als wäre die ganze Muskulatur durchgearbeitet und ermüdet. Es ist ein leichtes, mittels einiger ausgesuchten Frei- und

Geräteübungen, deren Gesamtsumme an mechanischer Leistung recht gering ist, gleichwohl das Gefühl starker Ermüdung in Armen und Beinen hervorzurufen und für einige Tage dem Ungeübten Turnfieber zu verschaffen.

Aus alledem geht hervor: der Grad des Gefühls des Muskelermüdung ist nicht abhängig von der Größe der geleisteten Muskelarbeit *überhaupt*, sondern wesentlich auch von der *Verteilung* und Art der Ausführung dieser Arbeit. *Große* mechanische Arbeit, auf viele Muskeln so verteilt, daß keiner dieser bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit angestrengt wird, kann mithin ohne das Auftreten jedweder Ermüdungserscheinungen geleistet werden. Umgekehrt kann *geringfügige* mechanische Arbeit, wenn sie in der Hauptsache nur kleinen Muskelgebieten, oder gar nur einzelnen Muskelbündeln übertragen ist, hier *heftige* örtliche Ermüdungserscheinungen verursachen, und die Gesamtleistungsfähigkeit der Muskulatur beeinträchtigen.

Diese Gesichtspunkte sind von grundlegender Wichtigkeit, wenn man die Wirkungen der einzelnen Arten von Leibesübungen festzustellen sucht.

§ 91. Allgemeine Muskelermüdung (Erschöpfung).

Allgemeine Muskelermüdung.

Überanstrengung selbst eines ganz kleinen Muskels, ja einzelner Bündel kann also starke örtliche Ermüdung veranlassen, wenn auch die mechanische Leistung eine recht geringfügige war. Andererseits kann aber unsere Muskulatur spielend große Summen von Arbeit, ohne Ermüdung zu zeigen, bewältigen, falls dabei sich nirgendwo in den arbeitenden Muskeln Ermüdungsstoffe anhäufen. Letzteres wird selbst bei lange Zeit hindurch fortgesetzter Arbeit dann vermieden, wenn die Arbeit häufig durch kurze Ruhepausen, die am besten regelmäßig in bestimmtem Rhythmus wiederkehren, unterbrochen wird.

Auf diese Weise vermag der *Herzmuskel ununterbrochen* zu arbeiten, und eine tägliche Gesamtsumme an mechanischer Kraftleistung zu erreichen, die geradezu erstaunlich ist (nach Zuntz im Durchschnitt beim Erwachsenen 20000 Kilogrammeter täglich; d. i. eine Arbeit, der gleich, als wenn man 200 Doppelzentner einen Meter hoch heben wollte). Nur bei starker anhaltender Steigerung der Herzarbeit, etwa um das 6—8fache, kann auch der Herzmuskel *vorübergehende* Ermüdungserscheinungen zeigen. Seine *vollständige* Ermüdung ist gleichbedeutend mit dem Aufhören des Lebens: Tod durch Erschöpfung.

In gleicher Weise leisten die Atemmuskeln in unaufhörlicher rhythmischer Tätigkeit außerordentliche Kraftsummen, und zeigen ebenfalls nur bei stärkster Steigerung der gewöhnlichen Arbeit Ermüdungserscheinungen.

Nun handelt es sich bei der Arbeit des Herzens und der Atemmuskeln um *unwillkürlich* (automatisch) erfolgende Tätigkeit.

Was weiter die *willkürlichen Skelettmuskeln* betrifft, so leisten auch sie die größten Arbeitssummen bei *rhythmischer* Arbeit, die auf viele Muskeln *verteilt* ist. Solche Arbeit kann dann viele Stunden hindurch fortgesetzt werden, aber nie dauernd, wie Herzschlag und Atmung. Denn bei solcher willkürlichen *Dauerarbeit* treten stets schließlich Erschöpfungszustände ein, welche die beteiligten Muskeln zur Ruhe zwingen.

Beispiele für solche Arbeitsleistungen, die im rhythmischen Wechsel von Arbeit und Ruhe folgen und Arbeitssummen ermöglichen, wie sie auf andere Weise unsere Muskulatur nicht zu erreichen vermag, bieten die Bewegungen des *Gehens*, des *Steigens*, des *Laufens*, des *Schwimmens*, des *Ruderns*, des *Radfahrens*

u. dergl. Auch handwerksmäßige rhythmische Dauerarbeiten (Sägen, Hämmern usw.) gehören hierher.

Werden Bewegungen letzterer Art sehr lange fortgesetzt, so können sich zwar auch in einzelnen vorzugsweise beteiligten Muskeln — und bei deren Bewegungsnerven, wovon später — örtliche Ermüdungserscheinungen einstellen. Es tritt aber ein anderes hinzu: das ist Anhäufung von Ermüdungsstoffen im Gesamtblute des Körpers. Die Ausscheidung der Ermüdungsstoffe durch Haut, Nieren und Darm geht nur langsam vor sich. Werden durch reichliche anhaltende Muskelarbeit mehr Ermüdungsstoffe in den arbeitenden Muskeln gebildet und dem Blutstrom überliefert, als ausgeschieden werden können, so müssen sie sich eben im Blute anhäufen.

Erscheinungen der allgemeinen Ermüdung.

Eben diese mit dem Gesamtblute den Körper durchkreisenden giftigen Stoffe sind es, welche die Erscheinungen der allgemeinen Ermüdung und Erschöpfung hervorrufen. Sie wirken in erster Linie auf das Nervensystem. Es tritt Unlust zur Bewegung auf und gedrückte reizbare Stimmung; die Bewegungen erfolgen schwer und lässig. Nach Aufhören der Bewegung in der Ruhe bemächtigt sich des ganzen Körpers ein Gefühl der Ermattung, der Zerschlagenheit; der Puls ist klein und häufig, die Körperwärme steigt bis selbst zur Fieberhöhe; Appetit zum Essen, den man nach solch einer Leistung und so großem Stoffverbrauch besonders groß erwarten sollte, ist nicht vorhanden; trotz des Gefühls der Erschöpfung, der Hinfälligkeit und des Ruhebedürfnisses stellt sich kein Schlaf ein; die Nacht wird vielmehr ruhelos verbracht. Am anderen Tage sind die Gliedmaßen noch schwer und wie zerschlagen; im Harn beginnen sich starke Niederschläge, namentlich aus harnsauren Salzen bestehend, zu zeigen. Am dritten Tage ist gewöhnlich die frühere Frische wieder erlangt.

Solche Erscheinungen treten bekanntlich nach übermäßigen Fußmärschen, erschöpfenden Bergbesteigungen, überweiten Radfahrten und ähnlichen Leistungen in bald stärkerem, bald geringerem Grade ein. Sie sind um so ausgesprochener, je weniger der Betreffende an solche große Leistungen gewöhnt ist, während regelmäßige Gewöhnung an Dauerleistungen immer mehr dazu führt, solche ohne den Eintritt heftigerer Allgemeinermüdung zu ertragen (Zustand des Träniertseins s. u.).

Die allgemeine Muskelermüdung ist also eine Art von Selbstvergiftung des Körpers. Das Blut eines abgehetzten erschöpften Tieres in die Adern eines anderen ausgeruhten Tieres gespritzt, bringt bei letzterem die charakteristischen Erscheinungen der Ermüdung hervor. Das Fleisch von abgehetztem Wild nach einer „ritterlichen" Hetzjagd ist bekanntlich ungenießbar, ja giftig, weil mit Ermüdungsstoffen durchsetzt. —

§ 92. Begriff der Kraft-, Dauer- und Schnelligkeitsübungen.

Im Vorhergehenden traten zweierlei Arten von Muskelarbeit als Ursachen entweder der örtlichen oder der allgemeinen Muskelermüdung hervor und zwar:

1. Muskelarbeit, die auf bestimmte Muskelgebiete beschränkt ist, kurze Zeit dauert, einmal erfolgt oder nur mehrmals wiederholt wird, und von den beteiligten Muskeln den höchstmöglichen Aufwand von Leistung erfordert. Leibesübungen, welche diese Art von Muskeltätigkeit verlangen, heißen Kraftübungen. Sind die bei einer Kraftübung in Anspruch genommenen Muskelgebiete ortlich begrenzt und von geringem Umfang, wie in dem Beispiel der seitlichen Armhebhalte, von dem wir ausgingen, so bezeichnet man die hierher gehörigen Übungen als begrenzte oder lokalisierte Kraftübungen; handelt es sich um schon umfangreichere

Kraftübungen.

Begrenzte oder lokalisierte Kraftübung.

Muskelgebiete, so kann man sie als allgemeine Kraftübungen bezeichnen. Beispiele letzterer sind: das Ringen, das Stemmen schwerster Hanteln. Eine scharfe Grenze ist aber zwischen diesen Unterarten nicht zu ziehen.

Allgemeine Kraftübung.

2. Muskelarbeit, welche auf zahlreiche große Muskeln so verteilt ist, daß auf jeden einzelnen nur geringere Arbeit entfällt; die ferner längere Zeit hindurch und häufig im rhythmischen Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung der betreffenden Muskeln erfolgt, und die endlich infolge dieser Dauer und Häufigkeit und infolge der Anteilnahme sehr zahlreicher Muskeln sich zu großen Arbeitssummen anhäufen kann.

Hierher gehörige Übungen, bei welchen es darauf ankommt, solche Art von Bewegung möglichst lange auszuführen, heißen Dauerübungen.

Dauerübungen.

3. Tritt dagegen der Gesichtspunkt der Dauer zurück, und kommt es darauf an, im schnellsten rhythmischen Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung in sehr kurzer Frist große Arbeitssummen zu erreichen, und, wo es sich um Fortbewegungsarten handelt, eine möglichst große Strecke in kürzester Frist zurückzulegen, so heißen solche Übungen Schnelligkeitsübungen. Die Schnelligkeitsübungen nähern sich also in ihrem Charakter damit wieder den Kraftübungen.

Schnelligkeitsübungen.

Hinsichtlich der Ermüdungserscheinungen erzeugen die Kraftübungen örtliche (lokale) Muskelermüdung in größerer (allgemeine Kraftübungen) oder in geringerer (begrenzte Kraftübungen) Ausbreitung. Die Dauerübungen führen zur Allgemeinermüdung. Bei den Schnelligkeitsübungen kommt es gewöhnlich weder zur örtlichen Muskelermüdung noch zur Allgemeinermüdung. Vielmehr ermüden hier in erster Linie nur diejenigen Organtätigkeiten, welche bei den Schnelligkeitsübungen besonders gesteigert werden, nämlich Herzschlag und Atmung.

§ 93. Erholung des Muskels.

Der Muskel, welcher bis zur Ermüdung und damit selbst bis zur zeitweiligen Arbeitsunfähigkeit angestrengt war, erlangt nach einer gewissen Zeit der Ruhe seine Arbeitsfähigkeit wieder. — Während der Arbeit hatte der Muskel, wie wir sahen, größere Mengen von Sauerstoff verbraucht. Diesen Verbrauch deckte er nicht nur dadurch, daß er dem Blute viel mehr Sauerstoff entnahm, sondern er verbrauchte auch den im Muskelgewebe selbst noch aufgespeicherten Sauerstoff. Die Zeit der Ruhe benutzt nun der Muskel dazu, diesen Verlust wieder zu ersetzen und neuen Sauerstoff aufzuspeichern. Ebenso werden in der Ruhe die Ermüdungsstoffe aus dem Muskel vollends weggeschafft; die chemische Reaktion des Muskels, während der Arbeit sauer geworden (vorzugsweise durch die entstandene Phosphorsäure), wird wieder die neutrale. Dem Bewußtsein gibt sich diese Wiederherstellung des Muskels zur vollen Leistungsfähigkeit durch das Gefühl der Frische oder das Kraftgefühl kund, welches namentlich bei allen denen sich in wohltuender Weise äußert, die in regelmäßiger Betätigung und Übung ihre Muskulatur ordentlich durchzuarbeiten gewohnt sind.

Erholung des Muskels.

Kraftgefühl.

§ 94. Wachstum des Muskels.

Nach Ruhe gewinnt aber der Muskel nicht nur seine volle Arbeitskraft bald wieder, nein er nimmt auch, je mehr er regelmäßig beschäftigt und geübt wird, an Arbeitsfähigkeit zu; sein Umfang wird ein größerer; seine Konsistenz wird

Wachstum des Muskels.

eine festere; die Muskelfasern werden dicker und derber; ja es bilden sich aus den im Muskel vorhandenen bildungsfähigen Elementen, als welche wir die Muskelkörperchen kennen gelernt, wahrscheinlich noch neue Muskelfasern. Alles das geht natürlich nicht ins Ungemessene.

Im tätigen Muskel sind die Blutgefäße stets erweitert; ein stärkerer Strom ernährenden Blutes geht zum arbeitenden oder übenden Muskel. Auch während der Muskelruhe unmittelbar nach Muskelarbeit bleibt eine Zeitlang die vermehrte Blutzufuhr bestehen. Dieser lebhaftere Blutstrom führt dem Muskel ein Mehr von ernährenden Stoffen zu. Ebenso begünstigt der Reiz, welchen die Zusammenziehung des Muskels auf die Muskelnerven ausübt, eine Steigerung der Lebensprozesse im Muskel. So werden nicht nur die Verluste infolge der Stoffumsetzung bei der Arbeit leicht wieder gedeckt, sondern es wird darüber hinaus bei regelmäßiger Inanspruchnahme des Muskels und bei günstigen Ernährungsverhältnissen des Körpers noch eine Zunahme an kraftgebendem Muskelgewebe erzielt.

Nach welcher Richtung hin vor allem der Muskel durch Übung leistungsfähiger wird, ist u. a. durch zahlreiche Beobachtungen und Versuche von Mosso und Treves festgestellt worden. Es wächst nämlich an: 1) die Höchstleistungsfähigkeit des Muskels bei kurzer Beanspruchung, d. h. der Muskel kann ein immer schwereres Gewicht heben. Es wächst aber 2) in viel auffallenderem Maße an: die Ausdauer der geübten Muskeln, d. h. der Muskel kann ein mittleres Gewicht viel häufiger heben.

Es ergab sich auch bei taktmäßigem Gewichtheben des Unterarms, daß man bei allmählicher Herabsetzung des zu bewältigenden Gewichts auf einen Mittelwert kommt, bei welchem die Muskeln stundenlang in dem gewählten Zeitmaß fortarbeiten können. Dieser Wert wächst — bis zu einer gewissen Grenze natürlich! — langsam durch Übung. Bei Leuten, die handwerksmäßig immer gleichartige Arbeit verrichten müssen, erklärt sich deren staunenswerte Ausdauer (z. B. im Sägen, Hämmern, Hobeln, Hacken, Dreschen usw.) eben dadurch, daß die Muskulatur gerade auf den zu solcher Arbeit erforderlichen Mittelwert durch die tagtägliche Übung gewissermaßen eingestellt ist.

Nur durch regelmäßige und ausgiebige Muskelarbeit kann sich überhaupt — vom natürlichen Wachstum der ersten Lebensjahre sehen wir hier ab — eine kräftige Muskulatur entwickeln, umgekehrt nimmt ein Muskel nicht nur nicht zu, sondern wird schwächer, dünner und weicher, wenn ihm jede Tätigkeit abgeht. Dauernde absolute Ruhe ist keine Erholung für den Muskel, sondern schädigt ihn.

Damit kommen wir zu einem für jede Art von Übung grundlegenden Gesetze. Es besagt, daß — im Gegensatz zur toten Maschine von Menschenhand, die sich durch Arbeit nur mehr oder weniger schnell abnutzt — die Organe des lebenden Körpers nur durch natürliche regelmäßige Tätigkeit ihre Lebensfülle und Leistungsfähigkeit wahren, ja bei energischer Arbeit steigern; daß sie dagegen an Leistungsfähigkeit abnehmen und verkümmern bei andauernder Ruhe oder Untätigkeit. Kurz gesagt: Arbeit erhält und mehrt; Müßigsein verzehrt.

Dies Gesetz gilt also nicht allein für die willkürliche Muskulatur, sondern auch für alle anderen Organe des Körpers. Auf ihm beruht der Erfolg jeder Übung; es beweist die Notwendigkeit jeglicher Übung. Inwieweit hier Unterschiede obwalten, je nachdem es sich um den werdenden und sich entwickelnden, um den reifenden, um den reifen, um den vollkräftigen und um den alternden Körper handelt, sei späterer Betrachtung vorbehalten.

Was nun insbesondere die Muskeln betrifft, so fangen diese bereits an, zu verkümmern, merklich schwächer, dünner und schlaffer zu werden, wenn sie selbst nur

wenige Wochen zur völligen Untätigkeit gezwungen sind. Ein Arm, der durch einen Gips- oder einen Streckverband unbeweglich gelegt worden war, ist schon nach einigen Wochen dünn und kraftlos im Vergleich zum anderen unverletzten Arme geworden. Erst entsprechende Bewegung und Übung nach erfolgter Heilung gibt solchem Arm die frühere Dicke, der Muskulatur ihren früheren Umfang wieder.

Während beim geübten Turner, Ruderer usw. sich außerordentlich starke Arm-, Schulter- und Brustmuskeln entwickeln, die sich fest anfühlen, bei Zusammenziehung geradezu hart werden, hat der Schwächling, der körperliche Anstrengung scheu meidet, dünne Arme. Seine Muskeln fühlen sich schlaff an und bleiben auch bei Zusammenziehung weich und zusammendrückbar.

Unsere Muskeln machen etwa 45%, fast die Hälfte der gesamten Körpermasse aus. Außerordentlich blutreich, unterhalten sie einen sehr regen Stoffwechsel, der bei Muskelarbeit stundenlang um das mehrfache gesteigert werden kann. Es kann für die gesamten Lebensprozesse nichts weniger als gleichgültig sein, ob ein so wesentlicher Teil des Gesamtkörpers durch häufige Übung zur ganzen Fülle der Entwicklung gebracht wird und stetig in ihm lebhaftere Stoffumsetzungen unterhalten werden, oder ob durch Untätigkeit diese Umsetzungen nur spärliche bleiben, und die ganze Masse des Muskelfleisches auf einem niederen Stand der Entwicklung beharrt. Ohne Zweifel werden in letzterem Falle auch andere Körpertätigkeiten, Verdauung, Stoffansatz usw. ungünstig beeinflußt; selbst die geistige und moralische Energie kann Einbuße erleiden; Daseinsfreude und Genußfähigkeit werden verringert.

§ 95. Athletische Körperform.

Athletische Körperform

Andererseits wird das Gleichmaß in der Entwicklung aller Organe des Körpers gestört, wenn durch ein Übermaß von Kraftübungen die Muskeln zur überstarken massigen Entwicklung gebracht werden. Zunächst sind bei Kraftübungen die häufigen Höchstleistungen großer Muskelmassen an sich geeignet, die Funktionen wichtiger Organe zu stören und letztere dauernd zu schädigen. Es wird später gezeigt werden, inwiefern stärkste Muskelanstrengungen auf das Herz und die Lungen ungünstig einwirken. Schon die Alten betonten die hinfällige Gesundheit ihrer Berufsathleten. Das frühzeitige traurige Ende so manches in Kraftstücken hervorragenden Athleten — aus den letzten Jahrzehnten seien hier nur die Namen Bohlig, Abs und Maul genannt, die in den besten Mannesjahren dahinstarben — lehrt es, daß der Betrieb schwerster Kraftübungen große Gefahren für die Gesundheit in sich birgt.

Sodann aber hat solch Anzüchten massiger Muskeln, namentlich um Schultern und Arme, nichts gemein mit einer ebenmäßigen schönen Körperausbildung. Die schweren Muskelmassen beeinträchtigen nicht unwesentlich Gewandtheit und Beweglichkeit. Sehen wir doch bei solchen Athleten, deren oft geradezu abstoßende Nacktphotographien, vielfach verbreitet, gar als „Vorbild" vernünftiger Leibeszucht dienen sollen, daß die ungefügen Fleischmassen um das Schultergelenk den herabhängenden Arm hindern, sich an die Körperseite anzulegen. Vielmehr stehen beide Arme vom Rumpfe weit ab. Wir hören von einem solchen Athleten, daß er nicht imstande sei, seine Hände weit genug zum Rücken zu bringen, um die Hosenträger hinten anzuknöpfen; die Fleischmassen der Schenkel hindern ihn, beim Sitzen die Beine übereinander zu schlagen; Bücken ist nur bei gespreizten Knien möglich. Daß derartige Körperbeschaffenheit weit entfernt von einem Ideal gymnastischer Ausbildung ist und gesunde Leibeserziehung nichts mit derartigem Muskelprotzentum zu tun hat, versteht sich von selbst.

Ja man kann eine übermäßige Entwicklung der Skelettmuskeln eher als eine ungesunde Erscheinung ansehen. Dies geht auch daraus hervor, daß bei vielen hervorragenden Athleten oder Kraftmenschen das überstarke Wachstum der Muskeln gar nicht eine durch unablässige Übung von früher Jugend an erworbene, sondern eine angeborene, ererbte Eigenschaft ist. Beim Athleten Abs in Hamburg, der seinerzeit wohl als der stärkste Mann in Deutschland gelten konnte, war die Vererbung solchen Riesenwuchses der Muskeln nachweislich. Ebenso beim Athleten Lutz, der zwar in seiner Jugend geturnt hat, aber nicht mehr wie auch seine Altersgenossen. Er besaß auch vor seinem 14. Lebensjahre keinerlei hervorragende Stärke. Erst in den folgenden Entwicklungsjahren begann seine Muskulatur in ganz ungewöhnlichem Grade an Umfang und Masse zuzunehmen.

Angeborenes Riesenwachstum der Muskeln.

Zum Beweis dafür, daß außergewöhnliche — nicht durch Übung erzielte, sondern nur durch das Wachstum veranlaßte — Entwicklung des Skeletts und der Muskeln eine krankhafte Erscheinung sein kann, möchte ich auch darauf hinweisen, daß unter den geistig Minderwertigen in unseren Hilfsschulen neben Kindern, die im Wachstum auffallend zurückgeblieben sind, sich häufig auch solche finden, die in ihrem Wachstum die Mittelwerte ihrer Altersstufe beträchtlich überragen und insbesondere eine auffallend mächtige Muskelentwicklung zeigen. Ich habe solche Fälle bei unseren Hilfsschülern wiederholt beobachtet.

§ 96. Erscheinungen beim durchgeübten oder tränierten Muskel.

Tränierte Muskeln.

Die Übung ist es, welche den Muskel formt, je nach der Muskelarbeit in verschiedener Weise. —

Bei häufigen Kraftübungen, wenn sie jedesmal augenblickliche Höchstleistung des Muskels, d. i. seine stärkste Zusammenziehung unter Überwindung des größtmöglichen Widerstandes oder Hebung der größtbezwinglichen Last erfordern, nimmt der Muskel am schnellsten und in ausgesprochenster Weise an Umfang und Festigkeit zu. Wird beim regelmäßigen Betrieb solcher Übungen die vom Muskel zu leistende kurzdauernde Höchstarbeit langsam gesteigert — z. B. durch Heben immer schwererer Gewichte — so erreichen die vorzugsweise ins Spiel kommenden Muskeln, entsprechende Ernährung vorausgesetzt, allmählich den höchstmöglichen Grad ihres Wachstums und ihrer Leistungsfähigkeit für diese besondere Art der Tätigkeit. Das geht natürlich nicht ins Ungemessene fort, vielmehr besteht für jeden einzelnen Muskel eine Grenze der möglichen Ausbildung. Ist diese erreicht, sind die in den betreffenden Muskeln vorhandenen bildungsfähigen Elemente alle ausgewachsen, so hört die weitere Steigerung von selbst auf. Ja auch der erreichte höchste Grad von Leistungsfähigkeit ist keine dauernde Eigenschaft, sondern kann nur durch entsprechende Übung festgehalten werden. Sowie darin eine längere Unterbrechung stattfindet, geht ein gutes Teil der erlangten Kraft wieder verloren. Der Muskel, der durch unablässige Übung, womöglich auch durch besondere stickstoffreiche Kost und Fernhaltung aller auf die Muskelkraft ungünstig einwirkenden Schädlichkeiten (Alkoholgenuß; Rauchen; geschlechtliche Ausschweifung) auf die Höhe seiner Entwicklung und Leistungsfähigkeit gebracht, zur bestmöglichen Verfassung für Kraftleistungen träniert worden war, verliert diese Verfassung bald, wenn die Vorbereitungszeit zu Ende ist, und die gewohnte frühere Lebensweise wieder Platz greift.

Nun führt aber nicht jede Art regelmäßiger Muskeltätigkeit zu gleichen Ergebnissen hinsichtlich der Form und der Leistungsfähigkeit des Muskels. Wie der Muskel geübt und erzogen werden kann zu kurzdauernden Höchstleistungen an Kraft,

also zu Kraftübungen — und hier wird er um so leistungsfähiger sein, je größer die Masse kraftgebender Muskelsubstanz, d. h. je dicker und fester der Muskel ist —, ebenso kann er auch geübt werden zu Dauer- und Schnelligkeitsleistungen. Wir sahen oben, daß bei letzteren Bewegungsarten die einmalige Kraftleistung des einzelnen mitbeteiligten Muskels eine geringe ist, und daß erst durch Summierung zahlreicher kleiner Leistungen schließlich eine Leistungssumme sich anhäuft, die als mechanische Arbeit bewertet bei weitem das übertrifft, was an Arbeitsgröße durch Kraftübungen erreicht werden kann. Um aber solche kleine Leistungen abwechselnd mit kurzen Ruhepausen lange Zeit hindurch immer wieder zu verrichten, bedarf der Muskel keiner sonderlichen Vergrößerung seiner Masse, keiner Umfangszunahme und Vermehrung seiner Fasern, sondern er bedarf der Fähigkeit, möglichst wenig ermüdbar zu sein.

Der Schneider, der auf seinem Tische sitzend stundenlang beim Nähen nach jedem Stich immer wieder seinen Faden auszieht, hat womöglich recht dünne zu Kraftleistungen selbst geringen Grades unzulängliche Arme. Setzt man aber jemanden an seine Stelle, der zwar sich strotzender Armmuskeln erfreut und seine 50 Kilo zu stemmen vermag, jener Dauerarbeit aber ungewohnt ist, so wird sein Arm gar bald ermüdet hinsinken, wenn er in gleicher Weise Stich für Stich seinen Faden ausziehen soll.

Die Fähigkeit zu größeren Dauerleistungen ist also durchaus nicht mit außerordentlichem Wachstum der Muskelfasern verknüpft; umgekehrt braucht der zu großen Dauerleistungen geübte und tränierte Muskel nicht auch zu sonderlichen einmaligen Höchstleistungen geschickt zu sein. Völkerschaften, welche durch außergewöhnliche Ausdauer und Behendigkeit in langen Märschen wie im Lauf sich auszeichnen, so die Abessinier, die Araber, die Buschmänner usw. haben schlanke Beine und dünne Waden. Ebenso kann man bei ausgezeichneten Bergsteigern, bei guten Läufern, bei hervorragenden Radfahrern beobachten, daß ihre Beinmuskeln durchaus keine übermäßige Entwicklung zeigen, sondern daß ihre Beine schlank und sehnig sind.

Ohne Zweifel ist eine Gymnastik, welche vorzugsweise aus kurzdauernden Kraft- und Geschicklichkeitsübungen besteht und die eine starke Muskulatur herausbildet, gleichwohl eine ganz einseitige und läßt wichtige Seiten der körperlichen Erziehung außer acht, wenn sie nicht auch zu Dauer- und Schnelligkeitsübungen heranbildet. Daß letzteren für die Wehrfähigkeit besonderer Wert innewohnt, sei nur kurz erwähnt.

Harmonische Ausbildung.

Mit keinem Schlagwort ist in der körperlichen Erziehung ein solcher Mißbrauch getrieben worden, als mit dem der „harmonischen Ausbildung". Die Lingsche Schule ging davon aus, allen Muskelgebieten des Körpers jedesmal den gleichen Umfang von Übung zuteil werden zu lassen und so eine durchaus gleichmäßige Ausbildung der Muskulatur des Körpers zu erzielen. Genau dasselbe erstrebte im Grunde das Turnen in Frei- und Gerätübungen. Nur wurde hier nicht der Weg eingeschlagen, den Übungsstoff auf die Ausbildung bestimmter Muskelgebiete abzuzwecken, sondern die „allseitige" Ausbildung durch möglichsten Reichtum der Übungsformen zu erzielen. Damit trat neben der bloßen Ausbildung der Muskelkraft auch die Beherrschung der Muskulatur zu verwickelten Bewegungsanforderungen, d. h. die allseitige Geschicklichkeit in ihr Recht. Nicht aber hinsichtlich der Muskeln die harmonische Ausbildung ihrer Funktionen: die Erziehung zur Dauerarbeit entfiel mehr oder weniger vollständig. Ebenso kam nicht zur Geltung die harmonische Ausbildung aller wichtigen Körperorgane und Organtätigkeiten. Kritiklose Anhäufung eines unübersehbaren Reichtums von Bewegungsformen, der lediglich nach erfahrungsgemäß festgesetzten Schwierigkeitsstufen geordnet ist, ist nicht der Weg, um unserer

Jugend eine wahrhaft allseitig bildende und allseitig entwickelnde Körpererziehung zu bieten! —

Um zur Übung der Muskeln zurückzukehren, so fragen wir uns, welche Eigenschaften durch Übung erworben, den Muskel zu besonderen Leistungen sowohl nach der Richtung der Kraft wie namentlich nach der Richtung der Dauer befähigen?

Jede Muskelarbeit ist begleitet von stofflichen Vorgängen. Eine Reihe von Stoffen erleiden, wie wir oben sahen, bei der Muskelarbeit einen Verbrennungsprozeß, eine Oxydation. Die Endprodukte dieser kraftgebenden Umsetzungen sind Kohlensäure und andere stofflichen Zerfallprodukte, insbesondere auch die genannten Ermüdungsstoffe.

Sparsamere Arbeit des geübten Muskels.

Durch vielfache Untersuchungen ist der Nachweis erbracht, daß bei gleicher Arbeitsleistung der geübte oder tränierte Muskel viel weniger Kohlensäure und Ermüdungsstoffe liefert, als der ungeübte. Bei letzterem haben sich Fett und andere leicht zersetzbare Stoffe angehäuft, welche zunächst bei der Muskelarbeit zersetzt werden, und große Mengen von Kohlensäure sowie von Zerfallstoffen liefern. Zudem ist der ungeübte Muskel wasserreicher.

Daher bedarf der, welcher selten sich bewegt, bei umfangreicherer Muskelarbeit stärkster Steigerung der Atmung und gerät leicht in Atemnot — z. B. beim Bergsteigen, bei kurzem Lauf u. dergl. Der regelmäßig geübte oder tränierte Muskel dagegen hat seine Vorräte an Fett und anderen Reservestoffen verbraucht. Die in ihm stattfindenden Umsetzungen sind anderer Art, indem nach Aufzehrung der vorhandenen Reservestoffe lediglich der Kraftvorrat der Nahrung zum Unterhalt der Arbeit dient. Vor allem arbeitet er weit sparsamer. Die Atmung wird weniger angestrengt: denn die Masse der auszuscheidenden Kohlensäure ist weit geringer, so daß Atemerschöpfung und unmittelbare Ermüdung nicht so leicht eintreten können.

Es sind also zunächst rein stoffliche Vorgänge, welche den Muskel zur Bezwingung größerer Arbeitssummen befähigen. Die Behauptung, daß rein formale Übung, welche die besondere Erziehung zu Schnelligkeits- und Dauerleistungen außer acht läßt, gleichwohl zu letzteren geschickt mache, ist eine falsche. Nur dem geübten Läufer gestattet die weniger massenhaft auftretende Kohlensäure das Gleichmaß zwischen Bewegung und Tiefatmung inne zu halten und sowohl die Schnelligkeit des Laufs aufs höchste zu steigern wie die Dauer des Laufs.

Nun kommen aber auch noch andere Umstände in Betracht, welche den durchgeübten Muskel zu größeren Leistungen befähigen. Zunächst erhöht regelmäßige eingreifende Übung die Fähigkeit des Muskels sich zusammenzuziehen. Er wird reizbarer, indem geringere Willensanstöße schon genügen, um ihn zur Arbeit, zur Zusammenziehung zu bringen. Sodann werden aber auch die Bewegungsnerven weniger ermüdbar. Je mehr gekannt eine Bewegung ist, d. h. je öfter sie ausgeführt war, und je häufiger der Wille bestimmte Nervenbahnen betreten hat, um so geläufiger wird ihm dieser Weg. Handelt es sich, wie bei den Schnelligkeits- und Dauerübungen gar um rhythmisch immer wiederkehrende Bewegungsformen, so werden letztere schließlich halbautomatisch, erfolgen bei geringstem Willensanstoß von selbst; die Nervenarbeit wird dabei auf das geringste Maß zurückgeführt. Damit wird aber auch die Ermüdbarkeit der betreffenden Nervenzentren und Nervenbahnen weit geringer. Die Möglichkeit, daß rein automatische Bewegungen, wie Herzschlag und Atmung unausgesetzt ohne Ermüdung erfolgen können, beruht eben zum Teil darauf, daß die Herz- und Atmungsnerven bei der gleichmäßigen rhythmischen Arbeit Ermüdungsvorgänge nicht zeigen. Ähnliches findet für alle diejenigen erlernten Bewegungen statt, welche in bestimmtem Rhythmus sich vollziehend, so gut wie automatisch geworden sind. —

Durch Übung wird also der Muskel nicht nur kräftiger, sondern der geübte Muskel arbeitet auch mit geringerem Stoffumsatz und wird weniger ermüdbar.

§ 97. Arbeitsleistung des Muskels.

Arbeitsleistung des Muskels.

Die Muskeln sind meist derart zwischen mehreren Knochen mit ihren Enden (dem Ursprung und dem Ansatz) ausgespannt, daß sie dabei mindestens ein, zuweilen mehrere bewegliche Gelenke überspringen. Sowie sie sich zusammenziehen, kürzer und dicker werden, nähern sie Ursprung und Ansatz zueinander, und bewegen somit die zugehörenden Knochen. Der zweiköpfige Beugemuskel des Oberarms mit den beiden Ursprüngen am Schulterblatt und dem Ansatz an der Speiche überspringt zwei Gelenke: das Schultergelenk und das Ellbogengelenk (Fig. 223). Indem der

Fig. 223 u. 224. Wirkung des zweiköpfigen Armbeugers. In I der Muskel in Ruhe, in II zusammengezogen. — S Schulterblatt; R Rabenschnabelfortsatz; a a' Ursprung des kurzen Kopfes des Muskels; b b' Ansatz an der Speiche; M Muskelbauch.

Fig. 225. Muskel M in Ruhe mit anhängendem Gewicht G (I). In II der Muskel M_1 nach Reizung durch die am Nerven angebrachten elektrischen Pole zusammengezogen. a b = Hubhöhe.

Muskel sich zusammenzieht und verkürzt, nähert er den Ansatz b dem Ursprung a, die Entfernung a b wird verkürzt zur Entfernung a' b'. Der Muskel bringt dadurch eine Beugung der Speiche und mit dieser des Unterarms zum Oberarm zustande. Die Knochen werden also wie Hebelarme bewegt. — Die Verkürzung des Muskels findet nur im eigentlichen Muskelfleisch statt, die Sehne ist lediglich Verbindungsstück zwischen Muskelfleisch und Knochen.

Bezeichnet man die Arbeit des Muskels M mit A, das vom Muskel zu hebende Gewicht mit G, die Höhe a b (Fig. 225) bis zu welcher das Gewicht gehoben wird oder die Hubhöhe mit H, so ist die von einem Muskel geleistete Arbeit gleich dem Produkt aus Hubhöhe und Gewicht oder $A = H \cdot G$.

Dabei gelten folgende Gesetze:

1. Der Muskel kann um so größere Last heben, je größer sein Querschnitt, oder je dicker der Muskel ist, d. h. je mehr Muskelfasern im Muskel nebeneinander liegen.

2. Der Muskel vermag eine Last um so höher zu heben, je länger er ist, d. h. je länger seine Muskelfasern sind.

Gesetzt, zwei gleich dicke und gleich lange Muskeln wären nebeneinander angeordnet imstande, 2 kg zu heben, so würden dieselben Muskeln, übereinander in der Längsrichtung angeordnet, so daß ein doppelt so langer aber doppelt so dünner Muskel entsteht, nur 1 kg heben können, dieses aber auf die doppelte Höhe.

3. Der Muskel kann das größte Gewicht bei beginnender Verkürzung heben, bei fortschreitender Verkürzung stetig nur kleinere Gewichte.

Das heißt also, daß der Muskel dann am leistungsfähigsten ist, die größte Arbeit bewältigen kann, wenn er im Augenblick, wo er arbeiten soll, nicht bereits etwas verkürzt ist. Der elastische Muskel verhält sich hier also ähnlich, wie eine lange elastische Spiralfeder. Auch diese zieht am kräftigsten aus ihrer größten Dehnung heraus.

Auf dieser Eigenschaft des Muskels beruht es, daß zu jeder besonders kraftvollen Muskelleistung die vorzugsweise arbeitenden Muskeln erst gedehnt werden müssen. Wir nennen diesen Vorgang das Ausholen.

Ausholen des Muskels.

Der Springer kann nicht aus dem Stand unmittelbar ein Hindernis überspringen — denn bei gestreckter Haltung ist der große Streckmuskel am Oberschenkel, welcher vorzugsweise das Körpergewicht beim Sprung emporwirft, bereits im Zustand der Zusammenziehung. Dieser Muskel muß, um wirksam werden zu können, erst dadurch gedehnt werden, daß vor Ausführung des Sprungs eine Kniebeuge gemacht wird.

Beim Wurf mit einem Stein oder einem Speer und dergl. ist es der große Brustmuskel, welcher durch heftige plötzliche Zusammenziehung die Wurfbewegung des Arms veranlaßt. Nur dann, wenn der Arm nach hinten geführt und so der Brustmuskel erst gespannt wird, um seine volle Verkürzung aus dem Zustand größtmöglicher Dehnung heraus erfolgen zu lassen, ist ein mächtiger Wurf möglich.

Kommt es nicht darauf an, eine Bewegung mit voller Kraft und Wucht auszuführen, sondern derart, daß sie zart, und genau abgemessen erfolgt, so wird nicht erst weit ausgeholt und der Muskel zuvor gedehnt, sondern er kann bereits in beginnender Verkürzung begriffen sein.

Hat man z. B. eine harte Nuß aufzuknacken, so schiebt man sie zwischen die Backzähne, so daß der Kaumuskel möglichst gedehnt und seine volle Kraft der Verkürzung ausgenutzt wird. Anderseits: will man von einer weichen Frucht oder einem weichen Marzipangebäck Stückchen nach Stückchen langsam abbeißen und genießen („abknabbern"), so braucht man dazu die Schneidezähne, wobei der Mund nur eben geöffnet, der Kaumuskel nur kaum zusammengezogen zu werden braucht.

Die Notwendigkeit, die Muskeln, welche Höchstleistungen verrichten sollen, vorher zu dehnen, und vorher ausholende Bewegungen zu machen, spielt in dem ganzen Gebiete der Leibesübungen eine wichtige Rolle.

4. Wird das Gewicht, welches ein Muskel heben soll, mehr und mehr vergrößert, so kommt schließlich eine Grenze, über welche hinaus der Muskel das Gewicht nicht mehr zu heben vermag, ja wo weitere Vermehrung des Gewichts dazu führt, daß der überlastete Muskel, anstatt auf stärksten Reiz sich zusammenzuziehen, umgekehrt noch gedehnt wird. Das Gewicht, welches der Muskel bei stärkstem Reiz eben nicht mehr zu heben vermag, von dem er aber auch noch nicht gedehnt wird, gibt die absolute Muskelkraft an.

Absolute Muskelkraft.

Man hat sie auf 1 Quadratzentimeter Querschnitt des Muskels berechnet. Man findet den mittleren Querschnitt eines Muskels, wenn man sein Volum durch

die Länge des Muskels dividiert. Das Volum des Muskels ist gleich seinem absoluten Gewicht dividiert durch das spezifische Gewicht der Muskelsubstanz. Letzteres ist = 1058.

Die gefundenen Werte für die absolute Muskelkraft verschiedener Muskeln des Menschen sind stark voneinander abweichend.

Fig. 226. Dynamometer für Zug.

Fig. 227. Dynamometer von Collier für Druck.

Für bestimmte Muskelgruppen z. B. der Hand, des Oberarms usw. kann die absolute Muskelkraft durch Druck oder Zug mittels der sogenannten Dynamometer oder Kraftmesser bestimmt werden, die meist nach Art der Federwagen mit Zeiger gebaut sind (Fig. 226 u. 227).

Dynamometermessungen.

Quetelet bestimmte als „mittlere Lendenstärke" das größte mit beiden Händen vom Boden aufzuhebende Gewicht und fand folgende Durchschnittsziffern, die für das Wachstum und die Wiederabnahme der Muskelkraft in den verschiedenen Lebensaltern besonderes Interesse bieten.

Alter in Jahren:	Männlich: kg	Weiblich: kg	Unterschied:	Verhältnis der Kraft des weiblichen zu der des männlichen Geschlechts wie 1:
5	21	—	—	—
6	24	—	—	—
7	29	—	—	—
8	35	25	10	1,4
9	41	28	13	1,4
10	45	31	14	1,4
11	48	35	13	1,4
12	52	39	13	1,4
13	63	43	20	1,5
14	71	47	24	1,5
15	80	51	29	1,6
16	95	57	38	1,7
17	110	63	47	1,7
18	118	67	51	1,8
19	125	71	54	1,8
21	138	76	62	1,8
23	147	80	67	1,9

Alter in Jahren:	Männlich: kg	Weiblich: kg	Unterschied:	Verhältnis der Kraft des weiblichen zu der des männlichen Geschlechts wie 1:
25	153	82	71	1,9
27	154	83	71	1,9
30	154	–	–	–
35	154	83	71	1,9
40	122	–	–	–
50	101	59	42	1,71
60	93	–	–	–

Danach ist in den kräftigsten Jahren von 25 – 35 die Kraft des Mannes der des Weibes am meisten überlegen.

Der „Ergograph" von Mosso gestattet auch die Fähigkeit zu Dauerleistungen festzustellen. Man hat solche Messungen mit Dynamometer und Ergograph benutzt, um die Erfolge von Leibesübungen ziffernmäßig festzustellen. Es darf aber nicht übersehen werden, daß die einseitige Kräftigung der Muskeln nur eine und durchaus nicht die hauptsächlichste Aufgabe erzieherischer Leibesübungen darstellt. Für die Muskeln selbst ist außer der Zunahme ihrer Kraftfülle für einmalige größte oder oft wiederholte mittlere Leistungen auch die Schnelligkeit der Willensübertragung von Belang. Dazu kommen dann noch die Einwirkungen der Leibesübungen auf das Nervensystem (z. B. Geschicklichkeit, Schlagfertigkeit u. dergl.), auf die Herztätigkeit und den Blutumlauf, auf die Atmung, auf die Verdauung und den gesamten Stoffwechsel hinzu. Mithin sind solche Messungen nur in sehr eingeschränktem Maße geeignet, um etwa den größeren oder geringeren Wert verschiedener Systeme von Leibesübungen darnach zu beurteilen.

§ 98. Energieaufwand und nutzbare Arbeit bei Muskelbewegungen.

Energieaufwand und mechanischer Nutzeffekt.

Bei Berechnung der Arbeitsgröße für bestimmte Bewegungen müssen wir unterscheiden zwischen dem Energieaufwand oder der inneren Arbeit und dem wirklichen mechanischen Nutzeffekt, d. h. der nutzbaren Arbeit.

Der Muskel ist, wie wir sahen, eine Art Kraftmaschine, bei welcher ruhende Spannkräfte ausgelöst und umgewandelt werden in mechanische Arbeit und Wärme. Der gesamte Energieaufwand hierbei, gleichviel ob er zur nutzbaren Arbeit oder zur Wärmeerzeugung aufgewendet wird, wird geliefert durch die Verbrennungsvorgänge (stoffliche Umsetzungen) im Muskel. Das Maß dieser Umsetzungen während einer Arbeit läßt sich ermitteln aus der Menge des verbrauchten Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlensäure. Diese Menge läßt sich unmittelbar messen; da wir weiter den Brennwert der zur Unterhaltung der Muskelarbeit dienenden Nahrungsstoffe kennen (Fett liefert bei Verbrennung auf einen Raumteil Sauerstoff 0,7 Raumteile Kohlensäure; bei den Kohlehydraten oder Stärkemehlstoffen entsprechen gleiche Raumteile von Sauerstoff und Kohlensäure einander), so läßt sich daraus die Größe des gesamten Energieaufwandes, also des Umfangs der inneren Arbeit berechnen.

Wärme- und Krafteinheiten.

Die Größe der Verbrennungswärme drücken wir aus in Wärmeeinheiten (Kalorien), denen bestimmte Krafteinheiten (Meterkilogramme) entsprechen.

Unter Wärmeeinheit verstehen wir diejenige Wärmemenge, welche imstande ist, 1 Kilogramm Wasser um 1° Celsius zu erwärmen (große Kalorie).

Eine Krafteinheit ist diejenige Arbeit, welche erforderlich ist, um 1 Kilogramm einen Meter hoch zu heben (Meterkilogramm = mk).

Eine solche Wärmeeinheit liefert 425 Meterkilogramme Arbeit (mechanisches Wärmeäquivalent).

Mechanisches Wärme-äquivalent.

Unter Umständen rechnet man auch mit „kleinen" Wärmeeinheiten, d. h. der Wärmemenge, mittels deren man 1 Gramm Wasser um 1° Celsius erwärmen kann. Eine solche kleine Kalorie entspricht dann 0,425 mkg Arbeit und umgekehrt ein mkg Arbeit 2,352 kleinen Kalorien.

Wenn man den so ermittelten Arbeits- oder Energieaufwand vergleicht mit dem wirklich erzielten mechanischen Nutzeffekt, so gewinnt man ein Urteil darüber, inwiefern die Muskeln des Körpers ökonomisch, d. h. mit einem größeren oder geringeren Energieaufwand zur Erzielung des wirklichen mechanischen Nutzeffekts gearbeitet haben. Wie schon bemerkt, beträgt unter günstigen Umständen der Nutzeffekt etwa 33% des gesamten Energiewertes der umgesetzten Stoffe (N. Zuntz), kann aber erheblich, bis auf die Hälfte dieses Wertes, sinken.

Mechanischer Nutzeffekt.

Am günstigsten ist das Verhältnis von Energieaufwand und Nutzeffekt bei gut tränierten Muskeln. Dagegen arbeiten die Muskeln weniger ökonomisch, wenn sie wenig geübt und entwickelt sind; es wird ferner die Arbeit wenig ökonomisch, wenn die Muskulatur zu ermüden beginnt, und dies tritt namentlich schnell dann ein, wenn die betreffende Arbeit nicht auf zahlreiche Muskeln zweckmäßig verteilt war, sondern wenn sie einzelne Muskeln übermäßig belastet. Ebenso wächst der Energieaufwand unverhältnismäßig schneller als der Arbeitseffekt, wenn eine rhythmische Dauerbewegung so gesteigert wird, daß eine starke Häufung der Arbeit in der Zeiteinheit stattfindet, also wenn das Gehen, das Radfahren u. dergl. zu schnellster Gangart, zu schärfster Radfahrt usw. beschleunigt wird.

Endlich wird der Energieaufwand ganz unverhältnismäßig groß, wenn die glatte Arbeit der Muskeln gehindert ist, so z. B. bei kleinen Sehnenleiden, Gelenkschmerz, starkem Druck der Schuhe u. dergl.

Von äußeren Umständen sind es bei den Fortbewegungsarten im Freien schlechte Bodenbeschaffenheit und namentlich der Luftwiderstand (Bewegung gleichsinnig mit dem Wind wird durch diesen gefördert und so Arbeit gespart; gegen den Wind gerichtete Bewegung verlangt erhebliche Mehrarbeit), welche den Energieaufwand stärker zu steigern imstande sind.

Aus alledem geht hervor, daß wir zwar für den einzelnen Fall den Energieaufwand zu berechnen und mit dem wirklichen Nutzeffekt zu vergleichen vermögen, daß aber so ermittelte Werte nur für bestimmte Umstände als annähernde Mittelzahlen sich verwerten lassen. Wir werden bei der Betrachtung der verschiedenen Bewegungsarten weiter unten noch auf solche Berechnungen zurückkommen. Es seien hier nur einige Ziffern zusammengestellt, um eine annähernde Vorstellung wenigstens von dem Umfang solcher Arbeitssummen zu geben und dabei auch die Leistungen der Muskulatur bei Dauerbewegungen gegenüber den Leistungen bei Kraftübungen ins Licht zu stellen.

Man hat die mittlere Leistungsfähigkeit eines gesunden Erwachsenen berechnet auf 300000 mkg in 24 Stunden. Das würde einem Energieaufwand von mindestens dreifacher Höhe entsprechen (gesteigerte Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe, Unterhalt der gesteigerten Herz- und Atemtätigkeit usw.). Tatsächlich sind aber bei Geübten und erst recht bei Tränierten weit größere Arbeitsmengen möglich.

Mittlere Leistungs-fähigkeit.

L. Zuntz berechnete für den Marsch in der Ebene im Zeitmaß von 6 Kilometern in der Stunde, was einem frischen Wanderschritt entspricht, für einen nicht tränierten gesunden Erwachsenen von 73 kg Körpergewicht auf 1 Meter Wegestrecke

Arbeitsaufwand beim Marsch in der Ebene.

47,206 kleine Kalorien = 47206 kleine Kalorien auf einen Kilometer, entsprechend 20062 mkg Energieaufwand.

Das wäre in einer Stunde 120372 mkg Energieaufwand
d. h. bei 33 % Nutzeffekt 39722 mkg mechanische Arbeit.

Legt der betreffende innerhalb 24 Stunden 45 Kilometer zurück, wozu er 7 1/2 Stunden marschieren müßte — eine durchaus mittlere Tagesleistung für einen gesunden, jungen und nicht ganz ungeübten Mann —, so wäre die Summe der mechanischen Arbeitsleistung

$$39722 \cdot 7{,}5 = 297915 \text{ mkg}$$
(bei einem Energieaufwand von 902790 mkg).

Arbeitsaufwand beim Bergsteigen.

Was das Bergsteigen betrifft, so ist die Ersteigung von 3000 m bei guten nicht steilen Wegen eine Leistung, die ein gesunder Erwachsener in einem Tage, und zwar im ganzen etwa in 6 Stunden (500 m in der Stunde) ganz gut erzwingen kann. Nehmen wir an: der Bergsteiger wiege 75 Kilo, Kleidung, Rucksack mit Inhalt usw. 10 Kilo, so wäre die mechanische Leistung:

Steigarbeit	$85 \cdot 3000 =$	255000 mkg
Horizontale Fortbewegung (9 km); mechan. Arbeit nach der Weisbachschen Formel (s. u. § 274) berechnet, also:	$\frac{9000 \cdot 85}{12} =$	63750 mkg
	zusammen	**318750** mkg

Arbeitsaufwand beim Radfahren.

Für das Radfahren liegen wieder Berechnungen von L. Zuntz vor. Darnach verlangt bei einer Radfahrt über 15 km in der Stunde, also in bequemem Zeitmaß, der laufende Meter Weg bei einem gesunden Erwachsenen von 73 kg Gewicht einen Energieaufwand von 20,843 Kalorien, entsprechend 8,846 mkg. Das wäre bei einer Radfahrt im Laufe eines Tages von 7 Stunden über 105 km — für den gewöhnlichen nicht tränierten Radfahrer eine oft gemachte Leistung — $8846 \cdot 105 =$ 928830 mkg Energieaufwand, entsprechend einer mechanischen Leistung von etwa

306514 mkg.

Arbeitsaufwand beim Schnellauf.

Geringer sind die beim schnellen Lauf möglichen Arbeitsleistungen. Marey berechnete, daß ein 75 kg schwerer Läufer bei 300 Laufschritten in der Minute für jeden Laufschritt 24,1 mkg Arbeit leiste. Das wäre bei einer Schrittlänge von 1,5 m, die einem solchen Laufe etwa entspricht, eine Schnelligkeit von 450 m in der Minute — also die Leistung eines guten und geübten Schnelläufers. Die mechanische Arbeitsleistung für einen solchen Einminutenlauf über 450 m wäre $300 \cdot 24{,}1 =$ 7230 mkg (der gleich, als ob man eine Hantel von 50 Kilo 144 mal in der Minute einen Meter hoch stemmen wollte!).

Wollte man aber mit solchem schnellsten Lauf die Arbeitsleistung von 300000 mkg in 24 Stunden erzielen, die wir oben beim Bergsteigen, Radfahren und Marschieren als ganz leicht erreichbar fanden, so müßte solcher Wettlauf über 450 m an einem Tage $\frac{300000}{7230} = 41{,}5$, also mehr wie 41 mal unternommen werden — oder, auf den vielgepflegten 200 m-Lauf umgerechnet, es müßte 83 mal an einem Tage ein Wettlauf über 200 m unternommen werden können. Wer die Anstrengungen dieses Laufes kennt, weiß, daß das einfach unmöglich ist.

Dauerlauf.

Anders liegt die Sache für den Dauerlauf, der in bezug auf den Arbeitsaufwand und den Arbeitseffekt sich mit schnellstem Gehen (nicht zu verwechseln mit dem gewöhnlichen Marsch!) entweder gleichstellt, oder gar günstigere Verhältnisse herbeiführt. Zweifellos sind hier größere Arbeitssummen erreichbar, wenn diese

auch infolge der starken Belastung der Herz- und Lungentätigkeit hinter den obenangeführten Arbeitssummen zurückbleiben müssen.

Dauerrudern

Was das Dauerrudern betrifft, so stehen uns Berechnungen über die Arbeitsgröße dabei leider nicht zu Gebote. Die zweckmäßige Ausnutzung der größten Muskelgebiete des Körpers beim neuzeitlichen Ruderboot, wie die großen Tagesleistungen von Ruderern lassen jedoch darauf schließen, daß sich hier mindestens dieselben Arbeitssummen erreichen lassen, als wie dies beim Gehen, Bergsteigen und Radfahren der Fall ist. — Für schnellstes (Wett-) Rudern liegt die Sache ähnlich wie beim Wettlauf. Hier ist die Steigerung der Herz- und Lungentätigkeit eine derartige, daß an eine Häufung großer Arbeitssummen nicht gedacht werden kann.

Die größten Arbeitssummen lassen sich also ohne stärkere Anstrengung erreichen durch Dauerbewegungen, wie Gehen, Radfahren, Bergsteigen, Rudern, wenn diese in mittlerem, Atmung und Herzschlag nicht übermüdendem Zeitmaß ausgeführt werden.

Beschleunigte Dauerbewegungen.

Bei starker Beschleunigung solcher Bewegungen, so daß sie sich den Schnelligkeitsbewegungen nähern, also bei sehr schnellem Gehen, in dem Zeitmaß von 7—8 Minuten für den Kilometer, oder bei Radfahren in einem Zeitmaß über 20 Kilometer in der Stunde hinaus, wächst, wie L. Zuntz gezeigt hat, der Energieaufwand, d. h. die innere Arbeit unverhältnismäßig stärker als der mechanische Nutzeffekt; ebenso wächst unverhältnismäßig stärker die Herzarbeit. Es gibt eben für jede Dauerbewegung eine mittlere Geschwindigkeit, welche die günstigste ökonomischste Ausnutzung der Muskelkräfte und damit auch die größten Summen mechanischer Arbeit gestattet. Die Grenze für diese günstigste Geschwindigkeit wird je nach dem Grad des Geübtseins und je nach der gesamten Körperverfassung bei den Einzelnen verschieden liegen.

Eigentliche Schnelligkeitsbewegungen.

Was hier schon für stark beschleunigte Dauerbewegungen gilt, gilt erst recht für wirkliche Schnelligkeitsbewegungen. Bei diesen wächst der Energieaufwand und damit die Belastung der Herz- und Lungenarbeit so außerordentlich stark und schnell an, daß sie nur für eine bestimmte Zeit durchgeführt werden können. Diese Zeit ist für jede Art von Schnelligkeitsbewegung um so kürzer, je beschleunigter die Bewegung ist. So kann ein sehr guter Läufer, der beispielshalber die kurze Strecke von 100 Metern in 11 Sekunden zurücklegt, nicht etwa auch 200 Meter in 22, oder 500 Meter in 55 Sekunden laufen. Vielmehr müssen die Laufgeschwindigkeiten, wie an den Ergebnissen der Höchstleistungen später noch gezeigt werden soll, sich um so mehr vermindern, je länger die zu durchlaufende Strecke ist. Jedenfalls aber gestatten die Schnelligkeitsübungen dem Körper das größte Maß von Arbeit in der Zeiteinheit zu vollbringen, ein Maß, wie es von keiner anderen Art von Bewegung auch nur annähernd erreicht wird. Mechanische Leistungen wie die, in 10 Sekunden das Körpergewicht über eine Strecke von fast 100 Metern zu schleudern, wie das beim 100 Meter-Lauf der Fall ist, oder in etwas mehr als 30 Sekunden auf dem Rade das Körpergewicht über einen halben Kilometer dahinfliegen zu machen, stellen wohl das Höchste an Kraftleistung dar, deren in gleich kurzer Zeit die menschliche Bewegungsmaschine fähig ist.

Arbeitsaufwand bei Kraftübungen.

Weit bleiben dahinter die sogenannten Kraftübungen zurück, denn diese vollziehen sich unter ungünstigeren mechanischen Bedingungen und belasten in stärkerem Grade einzelne Muskeln und Muskelgruppen. Aus denselben Gründen lassen sich auf dem Wege der Kraftleistungen auch nicht annähernd solche Arbeitssummen erreichen, wie dies bei den Dauerübungen der Fall ist. Auf das Stemmen schwerer Hanteln ist bereits hingewiesen.

Klimmziehen am Recke.

Nehmen wir eine andere Kraftübung: Klimmziehen am Reck. Wird dieses von einem Erwachsenen mittlerer Größe so ausgeführt, daß aus dem völligen

Streckhang heraus der Körper jedesmal so weit gehoben wird, bis die Schulterhöhe in gleicher Höhe mit der Reckstange steht, so bedeutet das eine senkrechte Hebung des Körpergewichts um hoch gerechnet 75 cm. Das wäre bei einem Körpergewicht von 75 kg eine mechanische Arbeitsleistung von

$$75 \cdot 0{,}75 = 56{,}25 \text{ mkg}.$$

Nun sehen wir, daß nach der Angabe von Marey die mechanische Leistung bei einem Lauf über 450 m in einer Minute 7203 mkg beträgt.

Um diese Summe zu erreichen, müßten demnach 128 Klimmzüge in einer Minute ausgeführt werden. Ferner: um die Summe mechanischer Arbeit eines Marsches über 6 Kilometer in einer Stunde zu leisten (39722 mkg nach L. Zuntz), wären 706 solcher Klimmzüge in einer Stunde zu machen. — Daß das außerhalb der Grenzen aller Möglichkeit liegt, braucht kaum gesagt zu werden.

Hochsprung.

Oder nehmen wir eine andere einfache Übung, den Hochsprung aus dem Stande. Nach v. Vierordt beträgt der Nutzeffekt eines Hochsprungs über 1,375 m für einen 16—18jährigen mit 56 kg Körpergewicht 72,67 mkg. Für einen Erwachsenen mit 75 kg Körpergewicht wären das etwa 97,3 mkg.

Darnach käme die Arbeitssumme von 75 solcher Hochsprünge gleich der des Ein-Minutenlaufs, und 408mal hintereinander müßte ein 75 kg schwerer Mann 1,3 m hoch springen, um die Arbeitsgröße eines Marsches in der Ebene über 6 Kilometer in der Stunde zu erreichen.

Nur bei den früher bereits erwähnten Leistungen im Ziehen, Tragen, Heben, Hämmern und dergl., welche nach entsprechender Eingewöhnung berufsmäßig stundenlang fortgesetzt werden, lassen sich Arbeitssummen großen Umfangs leisten, die einigermaßen wenigstens heranreichen an solche, die durch typische Dauerbewegungen, wie Gehen, Bergsteigen, Radfahren, Rudern leicht erzielt werden können.

Übungswert der Dauer und Schnelligkeitsübungen.

Doch mögen diese wenigen Beispiele genügen, um den einschneidenden Unterschied zwischen Dauer- und Schnelligkeitsübungen einerseits sowie Kraftübungen andererseits ins rechte Licht zu setzen. Nur erstere sind imstande, außerordentliche Arbeitsgrößen zu erzielen, sei es, daß die Arbeit, über einen längeren Zeitabschnitt verteilt, allmählich sich summiert (Dauerbewegungen), sei es, daß ein höchst mögliches Maß mechanischer Arbeit auf ganz kurze Zeit zusammengedrängt wird (Schnelligkeitsbewegungen). Entsprechend diesem Umfang mechanischer Arbeit ist bei solchen Bewegungen natürlich auch der Energieaufwand, der Umfang an innerer Arbeit oder sagen wir der Stoffumsetzungen ein sehr hoher. Insoweit es ein Ziel der Leibesübungen ist, den Stoffumsatz oder den Stoffwechsel stark in Anspruch zu nehmen und die hierzu in Beziehung stehenden Organtätigkeiten, vor allem die des Kreislaufs und der Atmung, anzuregen, zu beleben und in wirksamster Weise zu steigern und zu üben, sind es also die Dauer- und die Schnelligkeitsübungen, welche diesen Übungszwecken gerecht werden. Sie können darin von den eigentlichen Kraftübungen nicht ersetzt werden.

Eine erzieherische Gymnastik, die diesen Gesichtspunkten nicht gerecht wird, und sich vorzugsweise auf Kraft- und Geschicklichkeitsübungen beschränkt, ist daher eine unvollkommene und einseitige.

§ 99. Arbeitsart der Muskeln.

Arbeitsart der Muskeln.

Nach der Art, wie die Muskeln arbeiten, können sie in verschiedene Gruppen eingeteilt werden. Hier stehen sich zunächst gegenüber die meist unwillkürlichen

Muskeln ohne bestimmten Ursprung und Ansatz und die willkürlichen Muskeln des Skeletts, welche mit bestimmtem Ursprung und Ansatz zwischen Knochen ausgespannt sind und diese in ihren Gelenken bewegen. Erstere stehen in Beziehung zu Hohlräumen verschiedenster Art. Entweder umgeben sie einen solchen vollständig und verkleinern dessen Inhalt durch ihre Zusammenziehung, oder sie schließen und öffnen lediglich die Mündung eines Hohlraums.

A. Muskeln ohne bestimmten Ursprung und Ansatz.

1. Hohlmuskeln.

Hohlmuskeln.

a) Hohlmuskeln, die einen kugeligen Hohlraum umschließen. Sie wirken ähnlich fortbewegend auf den Inhalt des Organs, dem sie angehören, wie die Hand, welche einen mit Wasser gefüllten Gummiballon mit kleiner Öffnung umfaßt und den Inhalt im Strahl hinauspreßt. Die Fasern solcher Hohlmuskeln verlaufen deshalb in der Wand des Hohlraumes so, daß sie sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen und ineinander verfilzen. Dadurch wird die Wand des Hohlraumes in gleichmäßiger Weise zusammengezogen und kann durch Entleerung des Inhalts das betreffende Organ sich um das mehrfache verkleinern (Fig. 228).

1 2
Fig. 228. Hohlmuskel der Harnblase, in 2 nach vollständiger Zusammenziehung.

m, a, B, a_1, a_2
Fig. 229. Schema der Fortbewegung eines Bissens in der Speiseröhre. B Bissen. m Muskelschlauch. a, a_1, a_2 fortschreitende Einschnürung, welche den Bissen weiter befördert.

Ein solcher Hohlmuskel, der mehrere Hohlräume umschließt, und deren Inhalt, das Blut, mit jedem Herzschlag in das Rohrsystem der Blutgefäße preßt, ist das Herz.

Weitere solche Hohlmuskeln sind die Harnblase, die Gallenblase, die Gebärmutter, die Samenbläschen.

b) Hohlmuskeln, die einen zylindrischen Hohlraum umschließen. Sie bewegen den Inhalt zylindrischer Röhren und Röhrchen dadurch fort, daß sie durch Zusammenziehung an einer Stelle den Zylinder einschnüren. Pflanzt sich dieser einschnürende Ring so fort, daß das Rohr entlang fortschreitend immer neue Fasern sich rundum zusammenziehen, dann wird der Inhalt des Rohres, ob fest oder flüssig, in gleicher Richtung fortbewegt: ähnlich als ob man ein Gummirohr zwischen den zusammengeklemmten Fingern hindurchzieht und seinen Inhalt ausdrückt (Fig. 229).

Eine solche Hohlmuskellage umgibt den gesamten Verdauungskanal, vom Schlundkopf der Speiseröhre hinab zum Magen und den Därmen bis zum Mast-

darm; Hohlmuskeln sind ferner die Drüsenausführungsgänge, die Harnleiter, die Blut- und Lymphgefäße.

Schließ-muskeln.

2. Schließmuskeln sind Muskelfasern, welche irgend eine spaltförmige oder mehr kreisförmige Öffnung am Körper in der Weise umziehen, daß die Zusammenziehung der Schließmuskelfasern die Öffnung fest schließt, während bei erschlafftem, untätigem Schließmuskel die Öffnung klafft.

Solche Schließmuskeln sind es, die in der Regenbogenhaut des Auges kreisförmig um die Öffnung der Pupille gelagert, durch ihre Zusammenziehung die Pupille verkleinern (Fig. 230 u. 231). Ebenso ist ein Schließmuskel vorhanden für die Augenlidspalte, für den Mund, für den After, die Harnröhre, den Scheideneingang.

Die Schließmuskeln sind teils willkürliche, wie die der Augenlider, des Mundes, des Afters, teils unwillkürliche, wie der der Pupille.

Fig. 230. Durch den Ringmuskel der Regenbogenhaut verengerte Pupille.

Fig. 231. Erweiterte Pupille.

B. Muskeln mit bestimmtem Ursprung und Ansatz.

Muskeln mit festem Ursprung und beweglichem Ansatz.

Bei diesen ist folgendes zu unterscheiden:

1. Der Ursprung ist völlig fest, nur der Ansatz ist beweglich; durch Zusammenziehung des Muskels wird der Ansatz geradlinig dem festen Ursprung genähert.

Beispiel solcher Muskeln sind die rautenförmigen Muskeln, welche von einigen Hals- und Brustwirbeln ausgehend am inneren Schulterblattrande sich ansetzen und durch ihren Zug einfach geradlinig das Schulterblatt der Wirbelsäule nähern. Ferner die Kaumuskeln, die vom festen Schädel aus den Unterkiefer bewegen.

Ein Teil der hierhergehörigen Muskeln nimmt zwar seinen Ursprung von einem Knochen, hat aber seinen Ansatz in Weichteilen, die durch Zusammenziehung des Muskels in der Richtung nach dem festen Ursprung hin bewegt oder gezogen werden. Dies ist z. B. bei den Gesichtsmuskeln der Fall, soweit sie vom Gesichtsschädel ihren Ursprung nehmen und in der Haut des Gesichts, welche sie bewegen, enden. Ein anderes Beispiel ist der vom hinteren Nasenstachel ausgehende Muskel, welcher das frei in die Mundhöhle vor dem Racheneingang hinabhängende Zäpfchen sowie das Gaumensegel beim Schlucken, Sprechen und Singen hebt.

Muskeln mit beweglichem Ursprung und Ansatz.

2. Ursprung und Ansatz sind beide beweglich. Dies ist der Fall bei den meisten Skelettmuskeln. Da bei Zusammenziehung solcher Muskeln die Bewegungen der beiden Punkte, Ursprung und Ansatz, umgekehrt sich verhalten wie die Widerstände, welche bei deren Bewegung zu überwinden sind, d. h. der bewegliche Punkt dem weniger beweglichen genähert wird, so ist für die meisten dieser Muskeln eine Wirkungsart die vorwiegende und hauptsächliche: nämlich daß der „Ansatz" dem „Ursprung" genähert wird.

Da der Rumpf oder Stamm der unbeweglichere Teil ist gegenüber den beweglichen Gliedmaßen, so bezeichnet man das am Rumpf sich ansetzende, oder — bei lediglich den Gliedmaßen angehörenden Muskeln — das dem Rumpf näher gelegene Ende der Muskeln als Ursprung, das nach der Peripherie zu gelegene Ende als Ansatz. Da also die Bewegungsrichtung des Ansatzes nach dem Ursprung hin die gewöhnliche, so dient sie auch zur Bezeichnung des Muskels.

Die umgekehrte Bewegungsrichtung vom Ursprung nach dem Ansatz hin tritt dann ein, wenn der für gewöhnlich beweglichere Teil — das sind die Gliedmaßen — festgelegt wird. Dann wirkt der Zug des Muskels auf den Rumpf als den nun allein beweglichen Teil ein, und bewegt diesen oder Teile desselben. So vermögen solche Muskeln also eine Doppelrolle zu spielen.

Ein Beispiel. Der große Brustmuskel wirkt gewöhnlich so, daß seine Zusammenziehung den beweglichen Oberarm, an welchen der Muskel sich ansetzt, zum Rumpfe, oder vielmehr zur Brust anzieht. Stützen sich dagegen beide Arme fest auf und werden so unbeweglich, dann wirkt der Muskel umgekehrt auf die Brustwand als allein beweglichen Teil, und hilft diese heben. Für gewöhnlich Armmuskel, wird so dieser Muskel unter Umständen zum Atemmuskel, der zur Erweiterung des Brustkorbes beiträgt. -

In gleicher Weise sind noch eine Reihe anderer Muskeln um Brust und Schultern meist zur Bewegung der Arme tätig, können aber in besonderen Fällen umgekehrt von den Armen oder dem Schulterblatt als festen Punkten aus wirken und zur Verstärkung der Atembewegungen beitragen. —

Ein weiteres Beispiel ist schon früher erwähnt. Die Beuge- und Streckmuskeln des Hüftgelenks können durch ihre Zusammenziehung so wirken, daß a) die Schenkel gegen den Rumpf als festen Teil gebeugt (Beinheben) und gestreckt werden (Niedersetzen des gehobenen Beins); b) bei unbeweglicher Stellung der Beine der Rumpf gegen den Schenkel gebeugt (Rumpfbeugen) und gestreckt (Wiederaufrichten des Rumpfes) wird; oder daß c) wenn Rumpf sowohl wie Beine beweglich sind, wie während des Freifliegens beim Sprung, wobei beide gleichzeitig gegeneinander bewegt werden.

§ 100. Hebelwirkung der Muskeln.

Hebelwirkung der Muskeln.

Zahlreiche Muskeln wirken auf die langen Knochen wie auf Hebel. Die entsprechenden Gelenke sind die Drehpunkte des Hebels, die Knochen die Hebelarme. Man unterscheidet hier:

a) einarmige Hebel. Ansatz und Belastungspunkt sind an demselben Hebelarm, vom Drehpunkt aus gerechnet, wirksam. Es entspricht das der Arbeitsweise der meisten Muskeln, welche die Gliedmaßen bewegen.

Liegt der Ansatzpunkt sehr nahe dem Drehpunkt, so wird bei der Zusammenziehung des Muskels die Bewegung am Ende des Hebels sehr vergrößert, wogegen an Kraft entsprechend eingebüßt wird. Die Knochen sind dann sogenannte Wurfhebel oder Geschwindigkeitshebel und arbeiten am günstigsten bei Bewegungen von großem Umfang und mit kleiner Last. Für das, wenn auch geringe, Heben schwerer Lasten wird aber in diesem Falle ein bedeutender Kraftaufwand notwendig.

Um noch einmal auf das Beispiel der Kaumuskeln zurückzugreifen, so wird man da, wo geringe Kraft beim Beißen erforderlich ist, aber ein großes Stück, z. B. von einem Apfel abgebissen werden soll, den Bissen vorn zwischen die Schneidezähne legen, möglichst weit ab vom Ansatzpunkte des Muskels. Da aber, wo mit einem

kurzen Druck eine bedeutende Kraft ausgeübt werden soll, z. B. beim Aufbeißen einer Nuß, schiebt man letztere ganz hinten zwischen die Backzähne, nahe dem Ansatz des Muskels, um die Muskelkraft ganz auszunützen. Im ersteren Falle dient der Unterkieferknochen mehr als Wurfhebel, im letzteren als Krafthebel.

Fig. 232. Wirkung des zweiköpfigen Armbeugers als Wurfhebel.

Nach dem Hebelgesetz verhalten sich Kraft und Last umgekehrt wie ihre senkrechten Entfernungen vom Unterstützungspunkte.

Wirken Kraft und Last in schräger Richtung auf den Hebelarm, so findet man das statische Moment, indem man die Kraft (oder die Last) multipliziert mit der von dem Drehpunkt auf die Richtung der Kraftwirkung gefällten Senkrechten.

Fig. 233.

Es sei in beistehender Figur 233 o d der Oberarm, u d die Speiche, oder sagen wir einfach der Unterarm, d der Drehpunkt im Ellbogengelenk, a der Ansatzpunkt des zweiköpfigen Armmuskels und K a die Richtung seines Zuges. Hält der Muskel in rechtwinkliger Stellung des Ellbogens allein das Gewicht G, so ist seine Kraft K herzuleiten nach dem Hebelgesetz (wonach Gleichgewicht vorhanden, wenn die statischen Momente, d. h. die Produkte der Kraft bezw. der Last in ihre senkrechte Entfernung vom Unterstützungspunkt gleich sind) aus der Formel:

$$K \cdot ad = G \cdot ud,$$

mithin ist

$$K = \frac{G \cdot ud}{ad}$$

Ist der Unterarm aber gesenkt zur Stellung u, dann ist $K_{,}a_{,}$ die Richtung des Muskelzuges, welche in α u d schneidet, während die Senkrechte von $G_{,}$ u d in υ schneidet. Es ist dann

$$K_{,} \cdot \alpha d = G_{,} \cdot \upsilon d$$

$$\text{oder } K_{,} = G_{,} \cdot \frac{\upsilon d}{\alpha d}$$

Setzen wir die Länge des Ober- und Unterarms = 30 cm, die Entfernung des Ansatzes (a) des zweiköpfigen Muskels vom Ellbogengelenk (d) = 3 cm, und das zu hebende Gewicht G = 10 kg, so ist die nötige Kraft des zweiköpfigen Muskels

$$K = \frac{10 \cdot 30}{3} = 100 \text{ kg}$$

Der Muskel muß also in diesem Falle zehnmal soviel Kraft entwickeln, als das Gewicht beträgt, braucht sich aber nur um 1/10 des Weges zu verkürzen, den das Gewicht bei einer Hebung zurücklegt.

In der schrägen Stellung betrage die Entfernung der Senkrechten des Gewichts G, (υ d) = 15 cm, die der Senkrechten des Muskelansatzes (α d) = 1,5 cm, so ist ebenfalls

$$K, = \frac{10 \cdot 15}{1,5} = 100$$

b) Zweiarmige Hebel. Bei diesen liegen Ansatz und Belastungspunkt auf verschiedenen Seiten des Unterstützungs- oder Drehpunktes. Es ist dies z. B. der Fall für den Wadenmuskel beim aufgehobenen Fuße.

§ 101. Formen der Muskeln.

Formen der Muskeln.

Ein Muskel kann bestehen lediglich aus Fleischbündeln, die direkt an die Ursprungs- und Ansatzstelle angeheftet sind. Der fleischige, eigentlich arbeitende Teil des Muskels heißt der Muskelbauch. Der Muskelbauch kann aber auch – und das ist der häufigere Fall – sowohl an seine Ursprungs-, als an seine Ansatzstelle angeheftet sein durch eine Ursprungs- und eine Endsehne.

1 Fig. 234. 2 Fig. 235. 3 Fig. 236. 4 Fig. 237.

Fig. 234–237. Verschiedene Formen von Muskeln. 1. Einfacher spindelförmiger Muskel mit Muskelbauch und Sehne. 2. Halbgefiederter Muskel. 3. Gefiederter Muskel. 4. Zweiköpfiger Muskel.

Die Sehnen sind stets dünner als der Muskel. Jede Sehne ist umhüllt von der Sehnenhaut oder Sehnenscheide. An der Stelle, wo sich die Sehne an den Knochen heftet, befindet sich zur Verhütung von Reibung zwischen Sehne und Knochen ein mit zäher Flüssigkeit gefüllter kleiner Hohlraum, der Schleimbeutel.

Ist der Muskelbauch durch eine zwischenliegende Sehne in zwei Teile geteilt, (so daß also diese Sehne weder Ursprungs- noch Ansatzsehne ist), so nennt man den Muskel einen zweibäuchigen (Fig. 239).

Zweibäuchige Muskeln.

Ist die eingeschobene Sehne kein sehniger Strang, sondern ein bandartiger sehniger Streifen, der den Muskel quer durchbricht, so nennt man diesen Streifen sehnige Inschrift. Eine solche ist bei den geraden Bauchmuskeln vorhanden (Fig. 238).

Sehnige Inschrift.

Sind die Muskelfasern einfach parallel gelagert, so nennt man den Muskel parallelfasrig.

Spindelförmige Muskeln.

Liegen die Fasern zwar parallel nebeneinander, jedoch so, daß der Muskel sich nach seiner Ursprungs- wie nach seiner Endsehne hin verjüngt, und der Muskelbauch in der Mitte am dicksten ist, so nennt man den Muskel einen spindelförmigen (Fig. 234).

Gefiederte und halb gefiederte Muskeln.

Muskeln, bei welchen die Endsehne in den Muskel hinein aufwärts verläuft, und die Muskelfasern sich von beiden Seiten her in spitzem Winkel an diese Sehne ansetzen, heißen gefiederte (Fig. 236).

Liegt die Sehne am Rande und setzen sich die Muskelfasern nur von einer Seite her schräg an die Sehne an, so heißt der Muskel ein halbgefiederter (Fig. 238).

Mehrköpfige und mehrsehnige Muskeln.

Hat der Muskel mehrere Ursprungssehnen, welche fleischig werden und zu einem einzigen Muskelbauch zusammentreten, so heißt er ein zwei-, drei- oder vierköpfiger Muskel (Fig. 237).

5
Fig. 238.

6
Fig. 239.

7
Fig. 240.

Fig. 238—240. Verschiedene Formen von Muskeln. 5. Muskel mit zwei sehnigen Inschriften. 6. Zweibäuchiger Muskel. 7. Vierzipflig gespaltener oder viersehniger Muskel.

Hat der Muskel zwar einen Muskelbauch, jedoch mehrere Ansatzsehnen — wie bei den Beuge- und Streckmuskeln der Finger und Zehen — so heißt er ein mehrsehniger (Fig. 240).

Nach der äußeren Gestalt sind die Muskeln noch zu unterscheiden in a) lange Muskeln; kommen vorzugsweise bei den Gliedmaßen vor.

b) breite Muskeln; sie finden sich fast nur am Rumpfe. Sie gehen von langen Knochenrändern aus, oder mit einzelnen Bündeln oder Zacken von den Rippen. Sie laufen meist in keine dicken rundlichen Sehnen, sondern in mehr oder weniger flache sehnige Häute aus.

c) dicke Muskeln.

Kraftwirkung nach Faserrichtung.

Was die Kraftwirkung der Muskeln je nach Gestalt und Faserrichtung betrifft, so ist

1. der geringste Kraftverlust bei einfach parallelfasrigen Muskeln. Die Kraftwirkungen der einzelnen Fasern addieren sich einfach.

Bei Muskeln, deren Fasern in spitzem Winkel zusammenlaufen, berechnet sich die vereinte Kraftwirkung nach dem Parallelogramm der Kräfte. Der Kraftverlust ist um so geringer, je spitzer der Vereinigungswinkel zweier Muskelbündel.

2. Bei Muskeln mit längsparalleler Faserung steht die Größe des Durchschnitts in gradem Verhältnis zur Größe der möglichen Kraftwirkung. Die Länge hat also keinen Einfluß auf die Kraftäußerung, wohl aber auf die Größe der Verkürzung.

3. Viele Muskeln, namentlich die breiten und dicken, arbeiten nicht immer als Ganzes, sondern es können einzelne Teile oder Portionen des Muskels sich gesondert zusammenziehen und wirksam werden.

§ 102. Formveränderung an der Körperoberfläche durch Muskelarbeit.

Die Gesetze, welche bei der Arbeit der Muskeln obwalten, sind zumeist hergeleitet aus Beobachtungen und Messungen im physiologischen Versuch an einzelnen bloßgelegten Muskeln. Man kann diese Arbeit aber auch unmittelbar am Lebenden beobachten infolge der durch die Muskelzusammenziehung bewirkten Formveränderungen. Dies ist besonders da gut möglich, wo es sich um einen kräftig entwickelten Körper mit mäßigem oder geringem Fettpolster der Haut handelt. Für die Kenntnis der Einwirkung der Leibesübungen ist solche Beobachtung des „Spiels" der Muskeln bei den verschiedenen Bewegungen zweifellos von Wert.

a b c

Fig. 241—243. Formen des zweiköpfigen Armbeugers nach Richer: a erschlafft, b leicht, c stark zusammengezogen.

Muskelbinde oder Faszie.

Die Muskeln, welche das Skelett bewegen, sind in ihrer Masse umgeben von einer dünnen, elastischen, wie ein Trikot anliegenden Haut, der Muskelbinde (oder „Fascie"; s. Abb. der Oberschenkelbinde Fig. 296 S. 240). Sie ist der Oberfläche des Muskels nur ganz lose angeheftet, so daß sich die Zusammenziehung des Muskels innerhalb dieser häutigen Scheide ganz glatt ohne Hemmnis vollziehen kann. Die Nachgiebigkeit und Elastizität der äußeren Haut bewirkt, daß jede Formveränderung eines Muskels auch das Relief der Körperoberfläche an der betreffenden Stelle ändert, Vorwölbungen, Einsenkungen und Furchungen veranlaßt. Je nach der Gestalt der betreffenden Muskeln walten dabei große Unterschiede ob. Einfach gebaute Muskeln mit parallelfasrigem Muskelbauch, bilden, wenn sie

a b

Fig. 244 u. 245. Der dreiköpfige Armstrecker nach Richer: a erschlafft; b zusammengezogen.

Formveränderung durch verkürzte Muskeln.

länglich sind, auch entsprechend längliche Erhabenheiten bei der Zusammenziehung (wie z. B. die Unterarmmuskeln); kürzere Muskeln, wie z. B. der zylindrische zweiköpfige Oberarmmuskel (vgl. Fig. 243), oder der große Gesäßmuskel nehmen mehr eine kugelige, pralle Form an. Bei Muskeln, welche in verschiedene Abteilungen oder „Portionen" geteilt sind, wie z. B. der Deltamuskel an der Schulter, zeigt die betreffende Körpergegend beim erschlafften Muskel, d. h. im Ruhezustand, eine gleichmäßig gerundete Form. Erst bei der Zusammenziehung und Verkürzung des Muskels werden auch seine Abteilungen, durch Einfurchungen deutlich geschieden, sichtbar.

Der Wadenmuskel, im Ruhezustand glatt und rundlich die Wade füllend, läßt bei kräftiger Zusammenziehung deutlich als abgetrennte Wülste rechts und links seine beiden äußeren Köpfe, die Zwillinge, sowie deren Ansatz an die Achillessehne erkennen.

Beim dreiköpfigen Streckmuskel des Oberarms treten bei Zusammenziehung in charakteristischer Weise die oberen langen Köpfe des Muskels, und namentlich scharf der Ansatz des äußeren Kopfes an die lange platte Sehne, die vom Ellbogenknorren bis zur Mitte der hinteren Oberarmfläche reicht, deutlich hervor (s. Fig. 248).

Arbeit des Muskels im gedehnten Zustande.

Dies nur einzelne Beispiele. Auf eins muß aber besonders aufmerksam gemacht werden, nämlich daß diese bezeichnenden Formveränderungen dann nur vorhanden sind, wenn der Muskel bei seiner Arbeit tatsächlich Ursprung und Ansatz einander nähert, d. h. wenn er sich verkürzt und dicker wird. Vielfach aber arbeiten unsere Muskeln bei den verschiedensten Bewegungen im *gedehnten Zustande*. — Diese Arbeit, welcher sich die durch die bloße Elastizität des Muskels gegebene Widerstandskraft hinzugesellt, ist durch keine Formveränderung äußerlich erkennbar. Gleichwohl kann sie eine ziemlich beträchtliche sein.

Beim Streckhang am Reck, an den Ringen oder an der Leiter sind zahlreiche Muskeln des Körpers durch das Gewicht des nur an den gebeugten Fingern aufgehängten Körpers in starker Dehnung. Gleichwohl arbeiten diese Muskeln insoweit der Schwerwirkung entgegen, daß sie sich nicht lediglich passiv dehnen lassen, sondern noch soweit etwas verkürzt bleiben um die Gelenke, d. h. die Gelenkbänder an den Armen, den Schultern, der Wirbelsäule usw. vor der Zugwirkung des Körpergewichts und damit vor — unter Umständen schädlicher — Dehnung bewahren. Unwillkürlich tut hier der Anfänger des Guten zu viel, und hängt mit leicht gebeugten statt mit voll gestreckten Armen. Aber auch bei vollkommen gestreckter Haltung im Hang werden gleichwohl die Gelenke des Körpers nicht widerstandslos der Zugwirkung überlassen. Die Tätigkeit der gedehnten Muskeln übt also hierbei einen Schutz für die Gelenkverbindungen aus.

Wir haben mithin bei der Betrachtung der Muskelwirkungen am bewegten lebenden Körper drei physiologische Zustände zu unterscheiden: die Erschlaffung, die Zusammenziehung und die Dehnung des Muskels.

§ 103. Wirkungsarten der Muskeln.

Hauptsächlichste Bewegungsformen des Körpers.

Die hauptsächlichsten durch willkürliche Muskeltätigkeiten bewirkten einfachen Bewegungsformen des Rumpfes und der Gliedmaßen sind, jedesmal mit der entgegengesetzten Bewegung zusammengestellt folgende:

Beugung — Streckung;
Hebung — Senkung;
Abziehen vom Rumpf — Anziehen zum Rumpf;
Einwärtsrollung eines Glieds — Auswärtsrollung;
Einatmung — Ausatmung.

Dazu kommen bei den verschiedenen Öffnungen am Körper:

Erweiterung oder Öffnung — Verengerung oder Schließung;

sowie als besondere Bewegungen der Finger:

Abziehen oder Spreizen — Anziehen oder Schließen;

als besondere Bewegung des Daumens endlich:

Gegenüberstellen (zu den anderen Fingern).

Alle weiteren verwickelteren Bewegungen setzen sich aus diesen zusammen. — Je nachdem unsere Muskeln vorwiegend der einen oder anderen dieser Bewegungsformen (oder Grundtätigkeiten) dienen, teilen wir sie in große Gruppen (Beuger und Strecker; Einwärts- und Auswärtsroller usw.).

Gleichsinnige und gegensinnige Muskeln.

Diejenigen Muskeln, welche derselben Tätigkeit dienen, heißen gleichsinnige (Synergeten); diejenigen, welche der Tätigkeit anderer Muskeln entgegengesetzt wirken, heißen mit Bezug auf diese: gegensinnige oder Antagonisten.

Z. B. der zweiköpfige Oberarmmuskel und der innere Armbeuger, welche beide den Arm im Ellbogengelenk beugen, sind gleichsinnige Muskeln; der dreiköpfige Armstrecker, der den gebeugten Arm wieder streckt, ist ihr gegensinniger Muskel, ihr Antagonist. —

Bestimmung der Wirkungsweise der Muskeln.

In allen den Fällen, in welchen die mechanischen Verhältnisse einer Bewegung sehr einfach liegen, gibt die Lage eines Muskels zu dem Gelenk, welches er bewegt — oft sind es mehrere Gelenke — ohne weiteres seine hauptsächliche Wirkungsweise an. In anderen Fällen — ich erwähne nur die Muskeln, welche das Schulterblatt bewegen — liegen die mechanischen Verhältnisse schon schwieriger, so daß sich die vorwiegende Tätigkeit dieses oder jenes Muskels nicht so leicht bestimmen läßt. Hier kommt in etwas zu Hilfe die Untersuchung der Tätigkeit eines Muskels dadurch, daß man ihn am Lebenden isoliert reizt und zur Zusammenziehung bringt mittels des elektrischen Stroms. Dies Verfahren wandte am eingehendsten der französische Forscher Duchenne (Physiologie des mouvements, 1867) an. Die so erzielten Ergebnisse werden noch ergänzt durch Beobachtungen an solchen Personen, bei denen einzelne Muskeln gelähmt sind, wodurch bestimmte Bewegungen dann ganz ausfallen oder nur entstellt möglich sind. Der schwierigste Weg endlich, eine genaue Einsicht in die mechanischen Vorgänge zu gewinnen, die bei einer Bewegung statthaben, ist die Anwendung der mechanischen und mathematischen Analyse, der „Bewegungsgleichungen", wie sie O. Fischer bezeichnet hat. —

Die Bezeichnungen für die Wirkungsweise der verschiedenen Muskeln, wie sie in der Beschreibung der Hauptmuskeln des Körpers unten gegeben sind, geben also nur die vorwiegende Tätigkeitsrichtung dieser Muskeln an. Darnach läßt sich allerdings nicht der Anteil genauer abmessen, welcher all den verschiedenen, bei verwickelteren Bewegungsvorgängen ins Spiel tretenden Muskeln zufällt. Wohl aber reicht solche Kenntnis hin, um in der Mehrzahl der Fälle wenigstens zu beurteilen, welche Muskeln und Muskelgruppen diese oder jene Leibesübung hauptsächlich in Anspruch nimmt und somit übt und kräftigt.

§ 104. Einfluß der Schwerkraft und anderer Widerstände.

Wirkung der Schwerkraft.

Die Muskelarbeit bei den verschiedenen Bewegungen und Leibesübungen wird nach Art und Umfang in mannigfaltigster Weise beeinflußt durch die Schwerkraft sei es des Körpers und seiner Gliedmaßen selbst, sei es einer auf den Körper irgendwie einwirkenden Fremdlast.

Nur da, wo die Schwerwirkung aufgehoben ist, z. B. bei einem im Wasser be-

findlichen Körper, also beim Schwimmen, kommt die Wirkungsweise der Muskeln, wie sie durch die anatomische Lage jedes Muskels zu den von ihm bewegten Gelenken gegeben ist, fast rein zum Ausdruck. In allen andern Fällen macht sich der Einfluß der Schwerkraft geltend und zwar so, daß sie entweder der gewollten Bewegung entgegengesetzt wirkt, oder gleichsinnig mit derselben. Im ersteren Falle bedeutet sie einen Widerstand, der durch Muskelarbeit überwunden werden muß, im letzteren Falle kann sie die im Sinne der Bewegung wirksamen Muskelkräfte ganz oder zum Teil ersetzen, bei den entgegengesetzt wirkenden Muskeln aber besondere Hemmungsarbeit benötigen.

Beugung des Unterarms.

Fig. 246.
B Beuger. S Strecker. P Schwerpunkt.

Als Beispiel nehmen wir wieder Beugung und Streckung des Unterarms. Bei der Beugung verkürzt sich der an der Vorderseite des Oberarms befindliche zweiköpfige Armbeuger, der Biceps (wobei wir die gleichsinnige Arbeit des inneren Armbeugers der Einfachheit wegen außer acht lassen), während der an der Hinterseite des Oberarms liegende dreiköpfige Armstrecker (Triceps) gedehnt wird. Hängt bei dieser Beugung des Unterarms der Arm als Ganzes senkrecht herab, so muß der Beuger B (Fig. 246) die Schwerkraft des Unterarms, im Schwerpunkt P vereinigt, überwinden, d. h. P heben. Ist dabei das Schwergewicht des Unterarms durch eine Fremdlast vermehrt, dadurch, daß die Hand ein Gewicht oder eine Hantel trägt, so muß die Kraft der Zusammenziehung, d. h. die Arbeit des Beugers B, entsprechend gesteigert werden.

Streckung des Unterarms.

Macht der Arm nun die entgegengesetzte Bewegung, nämlich eine Streckung, so sollte man nach der Benennung dieser Bewegung schon annehmen, es müsse nun der entgegengesetzte Vorgang stattfinden: nämlich aktive Zusammenziehung und Verkürzung des Streckmuskels S und passive Dehnung des Beugemuskels B. Dies ist aber wie gesagt nur der Fall, wenn die Schwerwirkung aufgehoben ist, also bei dem im Wasser befindlichen Arm des Schwimmers.

Fig. 247. Langsames Strecken des herabhängenden und belasteten Arms. B Beuger. S Strecker. P Schwerpunkt.

Anders dagegen beim frei herabhängenden Arm. Hier können verschiedene Fälle eintreten.

Wirksamkeit der Schwere allein.

1. Die Streckung des gebeugt gehaltenen Arms wird, indem man den Beuger erschlaffen läßt, allein der Schwerwirkung überlassen: Der etwa bis zur wagerechten Lage erhobene Unterarm wird einfach sinken gelassen. Die Muskelarbeit ist hierbei so gut wie Null.

Langsame Streckung.

2. Die Streckung des Arms soll sich ganz langsam vollziehen, langsamer jedenfalls, als wenn man den Unterarm einfach seiner Schwere folgend hinabsinken läßt. In diesem Falle ist es der Beuger, welcher der Schwerkraft (P), die das Glied schneller hinabziehen will, entgegenzuwirken hat, indem er durch seine langsam nachlassende Zusammenziehung das schnellere Hinabsinken des Unterarms hemmt.

Diese Hemmungsarbeit des Beugers wird um so größer sein müssen, ja kann sich bis zur Überlastung des Muskels steigern, je mehr die Schwerwirkung des Unterarms anwächst, d. h. eine um so größere Fremdlast (Gewicht oder Hantel) der Unterarm zu tragen hat.

Beugen und Strecken bei hochgehobenem Arm.

Wir sehen daraus, daß bei Beugen und Strecken des mit einer Hantel beschwerten herabhängenden Arms die Leistung der gesamten mechanischen Arbeit ganz vorwiegend nur dem Beugemuskel zufällt. Umgekehrt liegt, wie nach dem Gesagten leicht ersichtlich, die Sache dann, wenn der Arm gestreckt hochgehoben ist und aus der Hochhebhalte abwechselnd langsam gebeugt und gestreckt wird. In diesem Falle ist es der Streckmuskel, der nicht nur die Streckung bewirkt, sondern auch bei der gleichsinnig mit der Schwerwirkung erfolgenden Beugung die Hemmungsarbeit verrichtet, während die Arbeit des Beugers demgegenüber nur eine verschwindend geringe ist.

Klimmziehen.

Ein weiteres Beispiel ist das Klimmziehen am Reck (Beugen und Strecken der Arme im Streckhang). Hier sind es wieder die Beuger des Arms, welche beim Hochziehen Beugearbeit mit Hebung des gesamten Körpergewichts verrichten, beim langsamen Strecken oder Niedersenken aber dem Zuge des Körpergewichts entgegen Hemmungsarbeit leisten. Die Streckmuskeln kommen auch hier bei dieser langsamen „Streckung" so gut wie gar nicht in Tätigkeit.

Wurfartige beschleunigte Streckung.

3. Nun liegt aber noch, um zum Beispiel des wagerecht gebeugten Unterarms zurückzukehren, ein dritter Fall vor: nämlich daß die Streckung des Arms aus dieser Halte heraus sehr schnell vor sich geht, schneller, als dies der Einfluß der Schwere allein bewirkt hätte. Es wird dabei nicht nur der Beuger plötzlich erschlaffen gemacht, sondern gleichzeitig eine ebenso plötzliche heftige Zusammenziehung des Streckers bewirkt, welche den Unterarm wurfartig abwärts schleudert.

Selbstwiderstandsbewegung.

4. Eine vierte Art der Ausführung ist die, daß man beide Muskeln, den Strecker wie den Beuger, sich zusammenziehen läßt, so daß sie mit- und gegeneinander wirken. Läßt dann der Beuger langsam in seiner Zusammenziehung nach, so wird langsame Streckung des Armes nachfolgen. Die mechanische äußere Leistung ist eine verhältnismäßig ganz geringfügige: die innere Arbeit der gewissermaßen miteinander ringenden Muskeln kann aber – es hängt dies lediglich von der Willensgebung des Übenden ab – sehr beträchtlich sein. Man hat diese gleichzeitige Arbeit gegensinnig wirkender Muskeln, welche sich in ihrer mechanischen Wirkung gegenseitig lahm legen und das in Betracht kommende Glied steif machen, auch als „innere Straffung" bezeichnet. Unter der Bezeichnung „Übung koordinierter Muskelgruppen" hat Proschek in Prag daraus ein besonderes System der Zimmergymnastik gebildet. Solche Selbst-Widerstandsbewegungen erreichen ihren Zweck nur, wenn der Übende auch tatsächlich das größte Maß der Willensanstrengung anwendet. Wollte man derartige Übungen von Schülern ausführen lassen, so fehlte jede Kontrolle darüber, welches Maß von Anstrengung er sich auferlegt. Der Umfang innerer Arbeit ist eben äußerlich nicht ersichtlich.

Übrigens leistet sich eine solche Anspannung gegensinnig wirkender Muskeln mehr unwillkürlich der Anfänger, der sich bei einer Übung, die er noch nicht richtig koordinieren gelernt hat, zu unsicher fühlt. Er wird dann steif und ungelenk, so als ob er vom Starrkrampf befallen wäre. –

Widerstandsgymnastik.

Obschon jede Muskelübung die Überwindung von Widerständen in sich schließt, so hat man doch, um einzelne Muskeln besonders zu üben, und die mäßigende oder begrenzende Tätigkeit der Antagonisten auszuschließen, ein eigenes System von Übungen erfunden: die „Widerstandsübungen". Es war der schwedische Turn-

vater Per Henrik Ling, welcher zu heilgymnastischen Zwecken hier schöpferisch tätig war.

Kehren wir zu unserem Beispiel des gebeugten Armes zurück, so kann ich

a) mit der Hand eine Schnur fassen, welche, oben über eine Rolle laufend, ein Gewicht trägt. Bei der Armstreckung zieht der sich zusammenziehende Streckmuskel das Gewicht hoch: Überwindung eines gleichbleibenden toten Widerstandes.

b) An Stelle der Schnur tritt ein Gummistrang, der mit seinem oberen Ende an einen Haken festgemacht ist. Bei der Armstreckung wird er durch die Arbeit des Streckers gedehnt. Die hierzu nötige Kraft wächst mit dem Umfang der Dehnung schnell an. Es handelt sich also um die Überwindung eines immer stärker werdenden zunehmenden toten Widerstandes.

Eine Reihe von Apparaten, mit Gummischnüren oder elastischen Federn ausgestattet, suchen diese Art von Muskelarbeit für die Zimmergymnastik fruchtbar zu machen.

c) Eine zweite Person (in der schwedischen Heilgymnastik als „Gymnast" oder „Bewegungsgeber" bezeichnet) umfaßt das Handgelenk des Übenden, dem aufgegeben wird, seinen Arm mit aller Kraft zu strecken, während der Gymnast den Widerstand leistet.

Wendet der Gymnast die gleiche Muskelkraft an wie der Übende, so halten sich beide Kräfte das Gleichgewicht: der Arm kann sich weder strecken, noch wird er passiv gebeugt. Wendet er größere Kraft an, als sie der Übende auch bei heftigstem Bemühen aufzubringen vermag, so wird natürlich der letztere in diesem Ringen überwunden und sein Arm gegen seinen Willen noch stärker gebeugt. Bleibt endlich der Kraftaufwand des Gymnasten allmählich zurück hinter dem des Übenden, so wird dieser unter Höchstanstrengung langsam den Widerstand überwinden, d. h. die Streckung des Armes durchsetzen und vollenden.

Umgekehrt liegt die Sache, wenn der Gymnast einen Zug an dem Arm des Übenden in der Richtung der Streckung ausübt, während der Übende dem Widerstand leistet, indem er die anfängliche Beugung des Arms erhalten will. In diesem Falle ist es das Armbeugen des Übenden, der mit dem Aufgebot seiner Höchstleistungsfähigkeit gegen den Zug des Gymnasten ankämpft.

Bei diesen Widerstandsbewegungen handelt es sich also um ein Ankämpfen gegen lebendigen Widerstand — genau wie beim Ringkampf. Der Unterschied ist hier nur der, daß der Gymnast oder Bewegungsgeber nicht, wie beim wirklichen Ringkampf, die Absicht hat, obzusiegen. Er soll nur den Übenden zwingen, mit einem bestimmten Muskel ein bestimmtes Kraftmaß zu leisten. Dieses Maß vermag er zu bestimmen, zu „dosieren" durch die Größe seines Widerstandes. Es gab eine Zeit, wo man aus solcher Widerstandsgymnastik, aus den „dupliziert-konzentrischen" und den „dupliziert-exzentrischen" Übungen — sogenannt nach den Bewegungsrichtungen — großes Wesen in der Heilgymnastik machte. Heute ist die Anwendung dieser Übungsarten stark eingeschränkt worden. —

Aus den angeführten Erörterungen und Beispielen ist schon ersichtlich, welchen Einfluß auf die bewegenden Kräfte die Schwerwirkung ausübt. Wir haben ferner verschiedene Arten von Muskelwirkung kennen gelernt, nämlich 1. die eigentlich kraftgebende Arbeit, die im Sinne der Bewegung erfolgt: Arbeit der Beuger bei Beugung; Arbeit der Strecker bei Streckung usw. 2. Die zügelnde oder mäßigende Arbeit, die von den der eigentlichen Bewegung gegensinnigen Muskeln, den Antagonisten, bei den Widerstandsübungen von Gymnasten geleistet wird.

Kraftgebende u. mäßigende Muskelarbeit.

Wir sehen ferner, daß bei bestimmten Bewegungen die kraftgebende Arbeit in den Vordergrund tritt, so daß ihr der Hauptanteil an der mechanischen Leistung zufällt. Dies ist der Fall bei allen Bewegungen, die entgegengesetzt der Richtung der Schwerkraft erfolgen, d. h. wo ein Gewicht gehoben wird, sowie bei denjenigen Bewegungen, die zwar im Sinne der Schwerkraft erfolgen, aber in beschleunigtem Maße, also bei sehr schnellen schwunghaften Bewegungen. Dagegen tritt die Arbeit der gegensinnigen Muskeln, der Antagonisten, weitaus in den Vordergrund da, wo langsame Bewegungen in gleichem Sinne mit der Richtung der Schwerkraft erfolgen.

Haltende Muskeltätigkeit.

Nun kann aber endlich eine Bewegung letzterer Art mitten in ihrem Zuge unterbrochen werden derart, daß der mäßigende Muskel der Schwerkraft genau das Gleichgewicht hält, so daß das betreffende Glied in einer gewissen Stellung unbeweglich gehalten wird. Wir nennen diese Art der Muskelarbeit gleichgewichthaltende oder schlechtweg haltende (statische) Tätigkeit.

Koordination.

Bei umfangreicheren Bewegungen sind stets zahlreiche Muskeln beteiligt, von welchen die einen die eigentliche Grundbewegung ausführen (kraftgebende), andere die Tätigkeit in genau abgewogenen Grenzen halten (mäßigende), noch andere das Gleichgewicht in der Stellung der Skeletteile zueinander, soweit dies erforderlich ist, aufrecht erhalten (haltende Tätigkeit). Die vereinte Arbeit großer Muskelgebiete in diesen verschiedenen Tätigkeiten zu einer einheitlichen Bewegung nennen wir Koordination der Bewegung.

Schwierigere Bewegungsformen jeder Art richtig, schnell und sicher koordinieren zu können, ist eine wesentliche Aufgabe turnerischer Leibeserziehung. Sie beruht in der Hauptsache auf der Schulung der Bewegungsnerven. Bei Beschreibung dieser werden wir noch darauf zurückkommen.

Nur auf eins muß im Verfolg dieser Betrachtungen noch hingewiesen werden, nämlich wie wenig die Bezeichnung vieler Übungen und Bewegungen oft dem wesentlichsten Vorgang einer Bewegung entspricht, ja bezüglich der Muskeln genau das Gegenteil des eigentlichen Übungswertes bezeichnet.

Kniebeuge.

Den erwähnten Beispielen sei hier zunächst die Kniebeuge angereiht, nach deren Namen man auf eine Übung der Beugemuskeln des Kniegelenks schließen sollte. Genau das Gegenteil ist der Fall. Denn beim langsamen Niedersinken in die Kniebeuge ist es besonders der große vierköpfige Strecker des Knies, welcher eine sehr beträchtliche Arbeit zu leisten hat, um dem gesamten Schwergewicht des Körpers das Gleichgewicht zu halten; beim Wiederaufrichten aus der Kniebeuge ist es ebenderselbe Muskel, welcher ganz vorwiegend das Körpergewicht wieder heben muß. Die Tätigkeit der Beuger bei dieser „Beuge" ist im Verhältnis dazu eine ganz geringfügige.

Fig. 248. Leichte Beugung des Rumpfes bis zu 30—45° nach Richer. — Die starke Zusammenziehung der Gesäß- sowie der langen Rückenmuskeln tritt mit aller Deutlichkeit hervor.

Rumpfbeuge.

Ähnlich liegt die Sache bei der Rumpfbeuge nach vorn. Bei dieser sind es die zwischen Unterschenkel und dem Becken (Sitzknorren) ausgespannten Schenkelbeuger, ist es der große Gesäßmuskel – der Strecker des Beckens und damit des unteren Rumpfabschnitts gegen den Schenkel – sowie der wichtige lange Strecker der Wirbelsäule, welche das Gesamtgewicht des Rumpfes zu halten und zu tragen haben. Dies tritt namentlich dann hervor, wenn die Rumpfbeuge bei gestreckt gehaltenem Rumpfe nur bis zu einem halben rechten Winkel nach vorwärts ausgeführt wird. Wie die beistehende Aktzeichnung von Richer zeigt, sind bei dieser Bewegung die Gesäßmuskel kräftig zusammengezogen, und treten namentlich auch längs der Lenden und unteren Brustwirbelsäule die heftig arbeitenden Strecker der Wirbelsäule als pralle Wülste rechts und links von den Dornfortsätzen kräftig vor.

Die Wichtigkeit der Kräftigung gerade dieser Muskeln für die aufrechte schöne Körperhaltung haben wir früher schon eindringlich hervorgehoben.

§ 105. Schnelle und langsame Bewegungen.

Im vorhergehenden Kapitel hatten wir gesehen, wie verschieden sich die Beteiligung der im Gelenk bewegenden Muskeln gestaltet bei solchen Bewegungen, welche gleichsinnig mit der Richtung der Schwerkraft erfolgen. Bei einer stark beschleunigten Bewegung fiel die Hauptarbeit dem eigentlichen kraftgebenden, bei einer langsamen Bewegung derart dem gegensinnigen Muskel, dem Antagonisten zu. In Wirklichkeit aber sind bei jeder Bewegung sowohl die eigentlich kraftgebenden als die gegensinnigen Muskeln tätig. Denn nur dadurch, daß die Muskeln zu beiden Seiten des Gelenks angespannt werden – bei einer Beugung also sowohl die Beuger als die Strecker usw. –, ermöglichen sich genaue, gleichmäßige, glatt in einem Zuge erfolgende Bewegungen. Ähnlich wie der Reiter beide Zügel seines Pferdes stets leicht gespannt in der Hand hält und nur dadurch, daß er den Zug auf der einen oder anderen Seite verstärkt, es in der Hand hat, stets haarscharf den Kopf des Tieres genau in die gewollte Richtung zu bringen.

Tätigkeit der Muskeln zu beiden Seiten eines Gelenks.

Nun zeigt die Art der Arbeit des Muskels bei sehr schnellen und bei langsamen Bewegungen aber noch Unterschiede besonderer Art. Wenn man von zwei entgegengesetzten Bewegungen, z. B. von Beugung des herabhängenden und von Streckung des gebeugten Arms eine Reihen-Aufnahme von Augenblicksphotographien macht und aus diesen solche Bilder zum Vergleich herausnimmt, welche aus der Folge der Bewegungen denselben mittleren Augenblick darstellen, z. B. den, wo sowohl im Verlaufe der Beugung wie in dem der Streckung der Unterarm sich zum Oberarm im rechten Winkel befindet, so wird man einen Unterschied auf beiden Bildern nicht entdecken. Es ist eben unmöglich, aus der äußeren Form der Muskeln zu erkennen, ob das betreffende Bild einen in Beugung oder einen in Streckung befindlichen Arm darstellen soll. Ebensowenig gibt die äußere Form Auskunft darüber, ob die dargestellte Bewegung schnell oder langsam erfolgt.

Vergleichung der Form eines in Beugung und eines in Streckung befindlichen Arms.

Anders wenn es sich um Vergleichsbilder handelt, welche das Ende einer solchen Bewegung darstellen. In den beigesetzten Abbildungen (Fig. 249–252) nach Aufnahmen von A. Londe in Paris sehen wir in Fig. I und III beidemal den Arm in der Endstellung einer Beugung, in II und IV in der Endstellung einer Streckung. Vergleichen wir nun des näheren Fig. I und Fig. III, so gewahren wir deutlich, daß in I der Beugemuskel, der Biceps, schlaff und entspannt, in III dagegen von kugeliger Form und kräftigst zusammengezogen ist. Ebenso ist in Fig. II der dreiköpfige Streckmuskel an der Hinterseite des Oberarms vollständig

Vergleichung der Form eines Muskels am Ende einer sehr schnellen und

I

II

III

IV

Fig. 249—252. Verschiedene Muskelarbeit bei sehr schneller (I u. II) und bei ganz langsamer (III u. IV) Beugung bezw. Streckung. — Momentaufnahmen von A. Londe aus Richer, Physiologie artistique. —

erschlafft, von gleichmäßig gerundeter Form ohne besonderes Relief, während in Fig. IV sich außerordentlich scharf die starke Zusammenziehung des Muskels

am Ende einer sehr langsamen Bewegung.

und namentlich der Ansatz der beiden äußeren Köpfe an die Sehne in der Mitte des Oberarms ausprägt. Nun stellen aber Fig. I und II eine sehr schnell ausgeführte Bewegung dar, eine schnellende Beugung bezw. Streckung, Fig. III und IV dieselben Bewegungen ganz langsam ausgeführt.

Daraus ersehen wir: bei sehr schnellen Bewegungen wird das bewegte Glied gewissermaßen wurfartig, sozusagen mit einer einzigen stärksten Zuckung des Muskels, der dann sofort wieder erschlafft, in die gewollte Stellung geschleudert. Bei langsamen Bewegungen bleibt der arbeitende Muskel gleichmäßig bis zu Ende zusammengezogen. Das gleiche ist der Fall, wenn eine solche Bewegung in ihrem Zuge unterbrochen und in einer gewissen Stellung das Glied oder der Körper unbeweglich gehalten wird.

Schnelle Bewegungen; langsame Bewegungen; Halten.

Es geht daraus für die Übung der Muskeln klar hervor, daß es nichts weniger als gleichgültig ist, ob die Bewegungen bei einer Übung schnell, wurfartig, mit „Ruck und Zuck" erfolgen, oder ob sie in langsamem Zuge auszuführen sind, oder ob gar, womöglich in schwierigeren Stellungen, nur durch stärkere Muskelzusammenziehung mögliche Haltungen eingenommen werden sollen.

Man hat es der schwedischen Schulgymnastik als besonderen Vorzug nachgerühmt, daß ihre meisten Übungen langsam und gemessen ausgeführt werden, und daß schwierigere Haltungen (sog. Ausgangsstellungen) in ihr einen bedeutsamen Platz einnehmen. Es ist nicht zu verkennen, daß die Form einer Bewegung am ehesten eine genaue und vollkommene wird, wenn die Ausführung langsam in gleichmäßigem Zuge erfolgt. Nur ein langsam hochgehobener Arm vermag sich vollständig und schön mit ruhiger Sicherheit zur Geraden auszustrecken; ein während einer Bewegungsfolge nach schnell wechselndem Befehl stoß- oder wurfartig hochgeschleuderter wird das Bewegungsziel – Hochstreckung – nur unsicher und nie in reiner Form erreichen. Noch ein anderes kommt in Betracht. Wie wir früher sahen, wird dem arbeitenden Muskel während der Dauer seiner Arbeit eine vermehrte Fülle ernährenden Blutstroms zugeführt. Es ist leicht ersichtlich, daß länger dauernde Muskelzusammenziehungen bei der Muskelübung besonders geeignet sind, Ernährung und Wachstum des Muskels zu fördern.

Andererseits darf aber auch nicht übersehen werden, daß zahlreiche Bewegungsformen auch des täglichen Lebens ganz kurz, schnellend oder wurfartig ausgeführt werden. So der Sprung, der Wurf, der Schlag, der Stoß usw. Schon dies allein weist darauf hin, daß eine rechte Muskel- und Leibeserziehung auch solcher Bewegungen nicht entraten darf. Plötzliche und heftige Kraftäußerungen haben ebenso ihren Übungswert wie langsame und nachhaltige.

Eine richtige Leibeserziehung wird also weder der schnellen und schnellsten, noch der langsamen, zügigen Bewegungen noch auch der verschiedenen Haltungsformen entraten wollen. Letztere beiden fast ausschließlich zu bevorzugen wäre ebenso verkehrt, wie die Vornahme aller Übungen schwunghaft und in Ruck und Zuck. Am verfehltesten aber ist es, alle, auch die verschiedenartigsten Bewegungsformen rhythmisch im Gleichtakt vorzunehmen und über einen Kamm zu scheren.

Spezielle Muskellehre.

Spezielle Muskellehre.

§ 106. Muskeln des Kopfes.

Muskeln des Kopfes.

Zahlreiche Muskeln sind in die Haut des Kopfes und namentlich des Gesichtes eingelagert. Ihre Aufgabe ist, nicht nur die Eingänge zu den Körperhöhlen zu erweitern und zu schließen, und namentlich der Mundöffnung bei den Tätigkeiten des Essens, Trinkens, Sprechens, Singens, Pfeifens, Blasens usw. verschiedenste Gestalt zu geben, sondern ihr wechselndes Spiel gibt auch dem Antlitz bei den mannigfachsten Gemütsstimmungen den entsprechenden Ausdruck, spiegelt Freude und Trauer, Gespanntheit und Gleichgültigkeit, Haß und Liebe, Stolz und Demut usw. (Fig. 256 bis 261). Je nachdem die eine oder andere Gemütsstimmung besonders häufig Platz gegriffen, die entsprechenden Gesichtsmuskeln häufig in bestimmter Weise zusammengezogen waren und die Gesichtshaut in entsprechende Falten legten, graben sich solche gewohnheitsmäßigen Ausdrucksformen dauernd ein, hinterlassen dauernde Spannungen oder Falten und Furchen auf der Stirn, um die Augen, um den Mund usw. Dadurch wird dem Gesicht, in Verbindung mit der Form des knöchernen Kopfskeletts, ein bestimmter Charakter, die Physiognomie verliehen.

1 Erstaunen. 2 Nachdenken. 3 Schmerz.

4 Lachen. 5 Weinen. 6 Verachtung.

Fig. 253—258. Schema der Wirkung der Gesichtsmuskeln auf den Ausdruck der Gemütsbewegungen.

Der Schauspieler, welcher in den verschiedensten Rollen je nach dem Charakter der darzustellenden Person seinem Antlitz bestimmten ausgesprochenen Ausdruck zu geben hat, bedarf dazu einer wahren Gymnastik der Gesichtsmuskeln, die als Mimik zu einer wahren Kunst ausgebildet ist.

I.

Die Kopfmuskeln, welche in den Weichteilen des Kopfes sich ansetzen und diese bewegen, zerfallen in Gruppen (Fig. 259).

Muskeln der Stirn und behaarten Kopfhaut.

A. Muskeln der Stirn und der behaarten Kopfhaut: Stirn- und Hinterhauptmuskeln.

Fig. 259. Muskeln des Kopfes, des Halses und der Brust.

Der Stirnmuskel bringt die queren Stirnfalten hervor. – Die behaarte Kopfhaut als Ganzes zu bewegen ist bekanntlich nur hier und da jemand möglich.

B. Um die Gesichtshöhlen gelagerte Muskeln:

Muskeln der Augenlidspalte.

a) Muskeln der Augenlidspalte und der Augenbrauengegend. Sie schließen und öffnen die Augenlider, runzeln die Stirn in senkrechte Falten usw. Der sogenannte Ausdruck des Auges beruht zum großen Teil auf der besonderen Tätigkeit und Spannung dieser Muskeln.

Muskeln der Nase.

b) Muskeln der Nase.

Beachtenswert sind hier die kleinen Muskeln, welche die Nasenflügel (Nüstern beim Tier) erweitern; in rhythmischer Weise geschieht dies mit jeder Einatmung bei starker Atemnot, so daß das „Spielen der Nasenflügel" ein charakteristisches Zeichen für erschwerte Atmung, z. B. nach heftiger Anstrengung, ist. Namentlich spricht sich dies in früher Jugend aus.

Muskeln der Mundspalte.

c) Muskeln der Mundspalte. Bei Personen, welche viel und lange zu sprechen gewohnt sind (z. B. Geistliche, Lehrer usw.), entwickeln sich diese Muskeln besonders stark, und geben der Mundgegend ein bestimmtes ausdrucksvolles Gepräge. – Der Lachmuskel zieht den Mundwinkel in die Höhe. Wird er häufig in Bewegung gesetzt und behält dauernde Spannung, so behält auch das Gesicht einen

dauernden Ausdruck der Jovialität, stets lachlustiger Stimmung. Umgekehrt gibt vielfache Betätigung des Herabziehers der Mundwinkel dem Gesicht einen verdrossenen, vergrämten Charakter.

d) Muskeln des Ohrs. Bei Tieren sehr stark entwickelt und tätig (Spitzen des Ohrs beim Hund), ist ihre besondere Wirkung beim Menschen als Beweger des Ohres nur ausnahmsweise vorhanden.

Muskeln des Ohrs.

II.

Kopfmuskeln, welche den einzigen beweglichen Knochen des Kopfes, den Unterkiefer zur Tätigkeit des Kauens usw. bewegen, sind die Kaumuskeln.

Kaumuskeln.

Diese sind:

a) Der Schläfenmuskel, ein schöner fächerförmig gestalteter Muskel, dessen Bündel von der Fläche der Schläfe (halbkreisförmige Linie) zusammenstrahlend zum Kronenfortsatz des Unterkiefers ziehen. Er wird überbrückt vom Jochbogen.

b) Der Kaumuskel (masseter), zwischen Jochbogen und Unterkieferwinkel ausgespannt.

c und d) Der äußere und innere Flügelmuskel nach innen vom Kieferast gelegen. Beiderseits tätig, verstärken sie die Wirkung der vorgenannten Kaumuskeln. Einseitig wechselweise wirkend vermögen sie den Kiefer seitlich hin und her zu schieben (mahlende Bewegung). —

Auf dem Kaumuskel (dem masseter) liegt, bis zum Warzenfortsatz des Hinterhauptes sich erstreckend, die Ohrspeicheldrüse (Parotis). Ihr Speichel, wie der Mundspeichel überhaupt, dient zur Einspeichelung und Verdauung der Speisen. Die Lage der Drüse auf dem Kaumuskel bewirkt, daß sie bei der Kaubewegung durch die Zusammenziehungen des Muskels ausgepreßt wird, und ihren Speichel durch den Ausführungsgang, welcher die Wange von außen durchbohrend in der Mundhöhle mündet, ergießt. Erkrankung und Schwellung der Drüse bringt die als „Ziegenpeter" oder „Mumps" bekannte Entstellung des Gesichts hervor.

Ohrspeicheldrüse.

Vor dem vorderen Rand des Kaumuskels liegt eine starke Fettmasse in der Wangenhaut bis zur Schläfe hinauf eingelagert, und treibt, wenn wohlentwickelt, die Wangenhaut zur dicken vollen Backe auf. Bei Personen, welche schlecht ernährt sind, zehrt sich auch diese Fettmasse auf; die Wangen werden „hohl" und eingefallen.

Am vorderen Rand des Kaumuskels geht über den Unterkiefer hinweg die äußere Kieferschlagader, und läßt sich hier gegen den Knochen andrücken und zur Stillung einer in ihrem Gebiet stattfindenden Blutung schließen.

Äußere Kieferschlagader.

§ 107. Muskeln des Halses.

Der Hals ist der Stiel des Kopfes: eine fast zylindrische Säule, deren Achse mehr nach der hinteren Halsgegend liegt. Da wo diese Säule an den Kopf stößt, ist sie von der einen Seite zur anderen zusammengedrückt, d. h. ist der Hals schmal; da, wo die Säule in die Brust übergeht, ist sie von vorn nach hinten zusammengedrückt, ist also der Hals breit. Die hintere Halsgegend heißt Nacken.

Muskeln des Halses.

Über die anatomischen Ursachen des kurzen gedrungenen, und des langen biegsamen Halses ist schon früher (S. 19) einiges bemerkt. —

In keiner Gegend des Körpers liegen auf so kleinem Raum so viele lebenswichtige Organe nahe der Körperoberfläche vereint, wie in der vorderen Halsgegend (Fig. 260). Der rechte und der linke Kopfnicker-Muskel bilden ein mit der Spitze nach unten gekehrtes Dreieck, dessen Basis das Kinn, dessen Spitze die Kehl- oder

Zungenbein. — Schildknorpel.

Drosselgrube am Brustbein darstellt. In diesem Dreieck liegt zunächst unter dem Kinn das Zungenbein, ein kleiner, mit dem Skelett nicht in Verbindung stehender Knochen, an welchem sich Muskeln der Zunge, des Bodens der Mundhöhle, wie des Kehlkopfes und Halses ansetzen. Beim Schlucken, Sprechen, Singen bewegt sich das Zungenbein mit der zugehörigen Muskulatur auf und ab. Unter dem Zungenbein folgt der zum knorpligen Kehlkopfgerüst gehörende Schildknorpel oder der „Adams-

Fig. 260. Die Lage der Halsorgane.

apfel", an mageren Hälsen, namentlich bei Männern, deren Kehlkopf weiter gebaut ist als bei Weibern, stark vorspringend. Unter dem Schildknorpel folgt die Schilddrüse, deren krankhafte Anschwellung zum Kropf führen kann. Es folgt die Kehl- oder Drosselgrube, in deren Tiefe die Luftröhre liegt.

Schilddrüse. — Kehlgrube.

In der Tiefe wird die Mitte des Kopfnickers gekreuzt von dem darunter hervortretenden Bündel von Nerven und Blutgefäßen, unter letzteren die große Hauptschlagader des Kopfes (Carotis). Seitlich vom Kopfnicker befinden sich nach außen unten, abgegrenzt vom Schlüsselbein, die beiden Oberschlüsselbeingruben.

Carotis. — Oberschlüsselbeingruben.

In diese ragen in der Tiefe, aus dem Brustkorb hervortretend, die beiden Lungenspitzen hinein. Bei ihrer Schrumpfung durch beginnende Lungenschwindsucht sind, in Verbindung mit der begleitenden Abmagerung des Körpers, die beiden Schlüsselbeingruben besonders tief und eingesunken, während sie an schönen, namentlich weiblichen Hälsen kaum als Vertiefungen sich markieren. —

Hautmuskel des Halses.

1. Der Hautmuskel des Halses. Eine dünne, in die ganze vordere Halshaut eingelagerte Muskelschicht, von dem Kinn bis zur Brust reichend (s. u. Fig. 264). Bei Tieren geht dieser Hautmuskel noch über die vordere Rumpffläche hinab, und kann damit das Fell des Rumpfes — z. B. zur Abwehr von lästigen Insekten — bewegt werden.

Beim Menschen hebt der Muskel bei feststehendem Kiefer die Haut des Halses von ihrer Unterlage etwas ab, und erleichtert dadurch die Bewegung der Halsorgane z. B. beim Schlingen. Der Muskel hilft ferner das Kinn herabziehen. Seine in der Gesichtshaut über den Kieferrand hinaus sich verlierenden Fasern haben eine mimische Wirkung, indem sie bei plötzlichem Schreck sich zusammenziehen, Hautfalten um das Kinn herum erzeugen und der Umgebung des Mundes einen bezeichnenden Ausdruck verleihen.

Kopfnicker.

2. Der Kopfnicker. Der Muskel entspringt mit zwei Köpfen vom Brustbein (Handgriff) und vom Brustbeinende des Schlüsselbeins, und setzt sich an am Warzenfortsatz des Schläfenbeins hinter dem Ohre.

Wirkung: Zieht sich der rechte oder linke Kopfnicker einseitig zusammen, so dreht er den Kopf gegen die Schulter seiner Seite und das Gesicht nach der entgegengesetzten Seite.

Dauernde Verkürzung eines Kopfnickers bewirkt demnach die als „Schiefhals" bekannte Schiefstellung des Kopfes.

Zieht sich der Kopfnicker beiderseits gleichzeitig zusammen, so wirkt er in erster Linie als Kopfhalter (nicht als „Nicker", da der Ansatz des Muskels hinter der Drehungsachse des Kopfes zum Halse im Gelenke zwischen Atlas und Hinterhaupt liegt).

Bei stärkerer Zusammenziehung beugen die beiden Kopfnicker vereint Kopf und Hals als Ganzes nach vorn. —

Umgekehrt wirkt der Muskel bei fixiertem Kopf auf seine Ursprünge am Brustkorb und zwar als Brustheber bei angestrengter Einatmung — er ist also bei Atemnot ein Hilfsatemmuskel.

Zweibäuchiger Unterkiefermuskel.

3. Der zweibäuchige Unterkiefermuskel; entspringt in einem Einschnitt hinter dem Warzenfortsatz, ist mit seiner in der Mitte liegenden Sehne an das Zungenbein geheftet, und geht von da vorn zum Kinn.

Wirkung: Zieht den Kiefer hinab zum Öffnen des Mundes; hebt das Zungenbein.

Zungen- und Zungenbeinmuskeln.

4. Zungenbeinmuskeln: 7 an der Zahl }
5. Zungenmuskeln: 3 an der Zahl } bewegen Zungenbein und Zunge.

Tiefe Halsmuskeln.

6. Tiefe Halsmuskeln. Von diesen dienen vier, auf der vorderen Fläche der Halswirbelsäule gelegen, zur Bewegung, namentlich Beugung der Halswirbel.

Wichtiger sind die seitlich gelegenen:

Rippenhalter.

Rippenhalter, ein vorderer, mittlerer und hinterer. Sie entspringen von der ersten und zweiten Rippe und gehen zu den Querfortsätzen aller Halswirbel. Zwischen dem vorderen und mittleren Rippenhalter befindet sich ein Schlitz, durch welchen die Schlüsselbeinschlagader und das Bündel der Armnerven hindurch zur Achselhöhle und weiter zum Arme treten.

Wirkung: Ziehen sich die Rippenhalter nur einer Seite zusammen, so drehen sie den Hals seitlich.

Wirken die Rippenhalter beider Seiten gleichzeitig, so beugen sie den Hals.

Sind dagegen Kopf und Hals durch die entsprechenden anderen Muskeln festgestellt, so wirkt der Muskelzug der Rippenhalter auf die erste und zweite Rippe und hebt diese.

So werden also die Rippenhalter bei angestrengter Einatmung gleichfalls zu Hilfsmuskeln der Atmung, und zwar sehr tätigen.

Bei einem Menschen, der mühsam atmet, sieht man deshalb bei jeder Einatmung den Rand der Rippenhalter deutlich in der Seitengegend des Halses, außen vom Kopfnicker in der Tiefe der Oberschlüsselbeingrube vorspringen. —

Die Muskeln des Nackens werden unten mit den Muskeln des Rumpfes und der Schulter abgehandelt.

§ 108. Muskeln der Brust.

Muskeln der Brust.

Der Brustkorb hat die Form eines oben nach der Spitze abgestutzten und flachgedrückten Kegels; nur die Anheftung des Schultergürtels dreht anscheinend dies Verhältnis um, so daß die Brust oben in der Schultergegend am breitesten erscheint.

Starke kräftige Muskulatur, welche die Rippen hebt, läßt die Brust gewölbt erscheinen, während bei schwacher Muskulatur die Rippen herabhängen, die Brust platt wird (s. o. S. 82).

Die Brust wird äußerlich nach oben begrenzt von den Schlüsselbeinen.

Brustwarze und Brustdrüse.

Die seitlichen Gegenden der Brust werden bedeckt von dem großen Brustmuskel. Ist dieser kräftig entwickelt und ruht einem wohl gebauten und gewölbten Brustkorb auf, so verleiht er der Brust des Mannes in besonderem Maße den Stempel männlicher Kraft und Schönheit. Die Haut der Brust ist namentlich in der Mittellinie über dem Brustbein bei manchen Männern ziemlich dicht behaart („zottige" Brust). In der Kunst gilt die behaarte zottige Brust als ein Merkmal von rauher Wildheit und Waldursprünglichkeit. Daher auch bei den Faunen, bei Centauren u. dergl. die Brust stets so gebildet wird. Seitlich trägt die Haut über dem Brustmuskel die Brustwarzen. Sie liegen links und rechts, eine Handbreit etwa vom Brustbein entfernt, meist im Zwischenraum zwischen 4. und 5. Rippe, selten etwas höher über der 4. Rippe, oder tiefer zwischen der 5. und 6. Rippe. Beim Weibe liegen in der als stumpf kegelförmige Spitze vortretenden Brustwarze die Ausführungsgänge der Brust- oder Milchdrüsen.

Die Brüste, welche dem weiblichen Brustkorb seine bezeichnende Form und den besonderen Reiz verleihen, lassen zwischen sich in der Mitte als mehr oder weniger tiefe Grube den Busen. Die Brüste sind außerordentlich vielgestaltig. Klein — so daß sie mit der Hohlhand bedeckt werden konnten — und fest, über einen Winkel von 90° gewölbt, mit nach auswärts gerichteten Brustwarzen, galten sie den Alten am schönsten. Bei üppigen, fettreichen Frauen werden sie außerordentlich umfangreich, breit und schwer; durch ihre Schwere, auch durch Ziehen, werden sie beim Herabhängen ohne Stütze oft außerordentlich lang (Hängebrust). Bei den Weibern mehrerer afrikanischer Völkerschaften ist eine Verlängerung der Brüste in solchem Grade vorhanden, daß dem Kinde, welches auch bei der Arbeit auf dem Rücken getragen wird, die Brust zum Säugen entweder über die Schulter hinauf, oder unter der Achselhöhle her zwischen Oberarm und seitlicher Brustwand zum Rücken hin ge-

reicht werden kann. – Die Brustwarze, bei Jungfrauen rosenrot, wird mit der Schwangerschaft und zunehmendem Alter braun bis schwarzbraun.

Beim neugeborenen Knäblein sind – entsprechend anderen Merkmalen einer zweigeschlechtigen Anlage zu einer gewissen Entwicklungszeit – zuweilen noch Andeutungen einer Brustdrüse insoweit vorhanden, als sich in den ersten Lebenstagen etwas Milch aus der Brustwarze hervordrücken läßt. In außerordentlich seltenen Fällen können sich aus solcher Anlage volle Brustdrüsen auch beim Manne entwickeln. Bekannt ist der Indianer, von dem Alexander von Humboldt erzählt, daß er fünf Monate lang, nach dem Tode seiner Frau, sein Kind stillte.

Es sei noch bemerkt, daß Hosenträger und Tornisterriemen, wenn sie sehr fest angezogen sind, und bei rauher Innenseite des Hemdes starke Reibung verursachen, Druckgeschwüre der Brustdrüsen veranlassen können. —

Die Muskeln der Brust liegen in mehreren Schichten übereinander (Fig. 261).

Die erste Schicht bildet:

Großer Brustmuskel.

1. *Der große Brustmuskel.* Einer der schönsten Muskeln des Körpers, und doch im Verhältnis ein kümmerlicher Schwächling gegenüber dem mächtigen großen Brustmuskel, welchem der Vogel die Kraft und den Schwung seines Fluges verdankt.

Ursprung des Muskels: Die *obere kleinere* Portion vom Brustbeinende des Schlüsselbeins; die *untere größere*, durch einen Schlitz von der oberen geschieden, vom *Seitenrand des Brustbeins* und den *Knorpeln der 2. bis 6. Rippe* (s. oben Fig. 259). Eine kleine Partie des Muskels entspringt endlich von der häutigen Sehne des *äußeren* schiefen Bauchmuskels.

Ansatz des Muskels: Leiste des großen Oberarmhöckers.

Der Muskel entspringt also weit ausgedehnt mit zahlreichen Bündeln, welche konzentrisch nach dem Ansatz hin zusammenstrahlen. Dadurch wird der Muskel, der auf der Brustwand flach aufliegt, nach der Achselhöhle zu immer dicker. Die vom Schlüsselbein kommenden Bündel des Muskels lagern sich hier zum Teil über die vom Brustbein kommenden Bündel. Diese Verdickung tritt bei muskulösen Männern als ausgesprochener Wulst der vorderen Wand der Achselhöhle hervor; auch bei weiblichen Figuren ist sie angedeutet.

Wirkung des großen Brustmuskels.

Die *Wirkung* des Muskels ist eine recht vielgestaltige.

a) Vor allem ist der Muskel *Anzieher des Arms*; er nähert den aufgehobenen oder nach hinten geführten Arm dem Rumpfe. Soll er dies in schwunghafter und kraftvoller Weise tun, so wird der Muskel erst durch Führen des Arms nach hinten und rückwärts gespannt: es wird zur Bewegung ausgeholt. Dies findet statt bei den Bewegungen des *Werfens*, z. B. mit kleinem Stein oder mit dem Ball, mit der Diskusscheibe, mit der Lanze; ferner beim *Schlag* von hinten und oben nach vorne und unten und zahlreichen ähnlichen Bewegungen. Ebenso ist der Muskel als Anzieher des ausgebreiteten Arms hervorragend tätig beim *Schwimmen*.

Die schwedische Heilgymnastik übt den Muskel in der Weise, daß die Arme horizontal ausgebreitet werden und ihrer Zusammenführung Widerstand entgegen gesetzt wird.

b) Nicht immer wird durch die Zusammenziehung des Muskels der Arm, als der beweglichere Teil nach dem Rumpf hin, bewegt.

Der Muskel kann auch umgekehrt wirken, wenn die Arme (z. B. durch Festhalten) festgelegt werden. Dann sind die Ansätze am Oberarm der feste Punkt, die Brustwand der bewegliche: *Die Brustwand wird* durch den Zug des Muskels *gehoben*, der Brustraum erweitert. – So kann also auch der große Brustmuskel gelegentlich ein *Hilfsmuskel der Atmung* werden.

Kopfnicker
Gefäß- und Nervenbündel
Trapez-
Schlüsselbein muskel
Hautmuskel des Halses
Unterschlüsselbein-
muskel
Rabenschnabel-
fortsatz
Abge-
schnittene
Endsehne des
großen Brust-
muskels
Deltamuskel
Großer
Brustmuskel
Zweiköpfiger
Armbeuger
Kleiner Brust-
muskel
Vorderer Säge-
muskel
Vorderer Sägemuskel
Sehnige Scheide des geraden
Bauchmuskels
Gerader Bauch-
muskel
Innerer schräger
Bauchmuskel
Äußerer schräger Bauch-
muskel
Vorderer oberer
Darmbeinstachel
Poupartisches Band
Spanner der
Schenkelbinde
Leistenkanal
Schenkelkanal
Samenstrang
Schneidermuskel

Fig. 161. Die Muskeln der Brust und des Bauches, Leisten- und Schenkelring. Links der Hauptmuskel des Halses, der große Brustmuskel, der Deltamuskel, der äußere schiefe Bauchmuskel und die Scheide des geraden Bauchmuskels entfernt.

Instinktiv greift der nach Atem Ringende z. B. nach scharfem Rudern, heftigem Lauf usw. mit den Händen nach irgend einer festen Stütze, so der Ruderer nach der Bordkante seines Bootes, und hält die Arme fest gestreckt, um den von Arm und Schulter zum Brustkorb gehenden Muskeln festen Ansatz zu gewähren, von wo aus sie auf den Brustkorb einen Zug ausüben können und so die angestrengten tiefsten Atembewegungen mit vollziehen helfen.

c) Gesonderte Wirkung der beiden Portionen des Muskels.

Der obere, vom Schlüsselbein zum Oberarm gehende Teil des Muskels zieht die Schulter als Ganzes (den „Schulterstumpf") bei herabhängendem Arm schief nach oben und vorn, rundet den Rücken, höhlt die Brust. Der Muskel fördert so die Stellung bei einer demütigen Bitte; bewirkt bei plötzlichem Schreck das Zusammenschauern der Schultern; preßt ferner den Arm fest an die Seite des Rumpfes beim Tragen einer schweren Last auf der Schulter oder beim Anstemmen mit der Schulter (Fig. 262).

Fig. 262. Mitwirkung der oberen Portion des großen Brustmuskels.

Die untere, vom Brustbein entspringende größere Portion zieht den Schulterstumpf nach vorn und abwärts.

Die obere Portion senkt den emporgehobenen aufwärts gestreckten Arm in schwunghafter Bewegung zum Schlag von oben — oder in langsamer Bewegung zur Gebärde des segnenden Priesters.

Die untere Portion senkt den wagerecht ausgestreckten Arm in jeder Stellung nach abwärts. —

Es folgt nun die zweite Schicht der Brustmuskeln.

2. Der Schlüsselbeinmuskel. Schlüsselbeinmuskel.

Ursprung: Untere Seite des Schlüsselbeins.

Ansatz: Oberer Rand des Knorpels der ersten Rippe.

Wirkung: Der Muskel ist, von der Rippe aus wirkend, Halter des Schlüsselbeins bei mannigfachen Bewegungen.

Vom Schlüsselbein aus wirkend ist er Heber der ersten Rippe, hilft also den Brustkorb als Hilfsmuskel der Atmung gerade in der wichtigen Gegend der Lungenspitze erweitern.

3. Der kleine Brustmuskel. Kleiner Brustmuskel.

Ursprung: Mit drei oder vier Zacken von der Außenfläche der 2.—5. Rippe.
Ansatz: Rabenschnabelfortsatz des Schulterblatts.

Wirkung: Von den Rippen aus wirkend, zieht der Muskel die Schulter nieder und zugleich etwas nach vorn. Vom festgelegten Schulterblatt aus wirkend, ist er Hilfsmuskel der Atmung, hebt die Rippen und damit die vordere Brustwand.

4. Der große (vordere) sägeförmige Muskel oder Sägemuskel. Großer Sägemuskel. Er nimmt die ganze Seitenwand des Brustkorbs von der ersten bis zur achten oder neunten Rippe ein. Seinen Namen hat er davon, daß die Zacken des Muskels eine sägeförmige Linie an der Seitenwand der Brust bilden. Die 5—6 oberen Zacken werden verdeckt vom Brustmuskel, nur die unteren werden sichtbar und treten, namentlich bei emporgehobenem Arm, deutlich unter der Haut hervor.

Ursprung: mit 8—9 Zacken, die zu einem breiten Muskelkörper verschmelzen, von den oberen 8—9 Rippen. Der Muskel geht sodann unter dem Schulterblatt her, so daß dieses mit seiner vorderen Fläche auf dem Fleisch des Muskels liegt, und findet seinen Ansatz am inneren Rand des Schulterblatts (Fig. 263).

Fig. 263. Einige wichtige Muskeln des Halses und des Schulterblatts. Ein großer (durch punktierte Linie angedeuteter) Teil des Schulterblatts ist entfernt, um den darunterliegenden großen Sägemuskel zu zeigen (nach Harleß).

Wirkung: 1. Werden die Rippen in der Weise festgelegt, daß einer tiefen Einatmung nach Schluß des Kehlkopfes eine Ausatmungsbewegung folgt, welch letztere aber wegen des Verschlusses der Luftwege unter Aufhörung der Atembewegungen nur zur vorübergehenden Zusammenpressung des Inhalts der Lungen führt (Vorgang der „Pressung" oder „Anstrengung"), so zieht der Muskel das Schulterblatt nach vorn gegen die Rippen und stellt es am Brustkorb fest. Nur dadurch, daß das bewegliche Schulterblatt, von welchem aus die Mehrzahl der Hauptmuskeln des Oberarms entspringt, auf solche Weise festgelegt und dadurch den Armmuskeln

ein unbeweglicher Ursprung gewährt wird, ist es möglich, die volle Kraft dieser Muskeln für die Bewegungen des Arms in Anspruch zu nehmen.

Übrigens muß der große Sägemuskel in der unbeweglichen Festlegung des Schulterblatts durch die gegensinnig wirkenden rautenförmigen Muskeln am Rücken (s. u.) unterstützt werden.

2. Dieselben rautenförmigen Muskeln müssen sich zusammenziehen und das Schulterblatt halten, wenn der große Sägemuskel auf die Rippen als Hilfsmuskel der Atmung wirken soll. In diesem Falle zieht der Sägemuskel in kräftiger Weise die Rippen seitwärts auseinander, und bewirkt damit seitliche Erweiterung des Brustkorbs, die Flankenatmung. —

Bei Lähmung des großen Sägemuskels ist eine Festlegung der Schulter und damit jede angestrengte Armtätigkeit unmöglich. Der innere Schulterblattrand dreht sich dann nach außen, die Schulterblätter stehen flügelförmig vom Brustkorb ab. Ebenso kann der Arm dann nicht mehr hochgehoben werden.

Der große Sägemuskel bildet die Innenwand der Achselhöhle, der große Brustmuskel die vordere, der breite Rückenmuskel die hintere Wand.

Dritte Schicht.

Zwischenrippenmuskeln.

5. Die äußeren und inneren Zwischenrippenmuskeln, zwischen den Rippen rund um den Brustkorb ausgespannt, bilden die dritte Schicht der Brustmuskeln (Fig. 264). Die äußeren sind zwischen den Rippen in schräger Richtung von oben nach unten und vorn, die inneren, von den oberen meist bedeckt, in schräger Richtung von oben nach unten und hinten ausgespannt. Die Summe all dieser kleinen Muskelfasern, welche die gesamten Lücken zwischen den Rippen, die Zwischenrippenräume ausfüllen, bildet einen starken Muskelkörper, dessen absolute Muskelkraft R. Fick auf 94 kg berechnet. — Die Lücke, welche vorn am Brustbein der schräg ansetzende äußere Zwischenrippenmuskel zwischen den Rippenknorpeln läßt, wird ausgefüllt durch das schimmernde Brustband, eine glänzende glatte Bandmasse.

Die Zwischenrippenmuskeln, obwohl quer gestreift, werden für gewöhnlich nicht willkürlich, sondern unwillkürlich, automatisch bewegt. Ihre Spannung hält die Rippen in ihrer Lage und macht die Brustwand widerstandsfähig gegen das Vorwölben der Lunge z. B. bei plötzlicher schärferer Ausatmung (Husten). Über ihre Beteiligung an den Aus- oder Einatmungsbewegungen gehen die Ansichten noch auseinander.

Fig. 264.

Dreiwinkliger Brustmuskel.

6. An der hinteren oder inneren Fläche des Brustbeins liegt der dreiwinkelige Brustmuskel. Vom Brustbein entspringend, geht er beiderseits schräg aufwärts zum dritten bis sechsten Rippenknorpel. Er zieht bei starker Ausatmung die Rippenknorpel zurück, und ist ein Hilfsatemmuskel, der jedoch im Gegensatz zu den bisher genannten Hilfsatemmuskeln nicht bei der Ein-, sondern bei der Ausatmung tätig ist.

Kopfnicker
Bauſchförmiger Muskel des Kopfes
Heber des Schulterblatts
Schulterhöhe
Schultergeräte
7. Halswirbel
Trapezmuskel
Deltamuskel
Untergrätenmuskel
Kleiner rundlicher Muskel
Oberarmknochen
Großer rundlicher Muskel
Dreiköpfiger Armſtrecker
Rautenförmiger Muskel
Breiteſter Rückenmuskel
12. Rückenwirbel
Äußerer ſchiefer Bauchmuskel
Darmbeinkamm
Hinterer oberer Darmbeinſtachel
Großer Geſäßmuskel

Fig. 265. Rückenmuskeln, oberflächliche Schicht. Links iſt der Deltamuskel entfernt, um die darunterliegenden Schulterblattmuskeln zu zeigen.

§ 109. Die breiten Nacken- und Rückenmuskeln.

Breite Nacken- und Rücken-muskeln.

Die Mehrzahl der breiten Rückenmuskeln – und zwar die stärksten und breitesten – dienen zur Haltung und Bewegung von Schulterblatt und Arm. Es sind dies der Trapez- oder Kappenmuskel, der breite Rückenmuskel, die rautenförmigen Muskeln, der Heber des Schulterblattes (Fig. 265).

Die Rippen werden bewegt von den hinteren Sägemuskeln, der Kopf von den bauschförmigen Muskeln.

Kappen- oder Trapez-muskel.

1. Der Kappenmuskel oder Trapezmuskel. Erstere Bezeichnung hat der Muskel davon, daß er wie eine Mönchskappe oder Kapuze zipfelförmig am Rücken hinabgeht: „zur Mahnung, daß der Mensch ein gottgefälliges Leben führen muß". — Der viereckige Umriß der beiden Muskeln in ihrer Gesamtheit veranlaßte den Namen „trapezförmig".

Ursprung: Der Trapezmuskel entspringt von der bogenförmigen Linie des Hinterhaupts; dem Hinterhauptsstachel; dem Nackenband; den Spitzen der Dornfortsätze aller Hals- und Brustwirbel. Die Fasern des Muskels ziehen von diesen ausgedehnten Ursprüngen zusammenstrahlend zur Schulter. In der Gegend des letzten Halswirbels ist es ein trapezförmiger Sehnenfleck, von dem die Muskelfasern entspringen. An dieser Stelle, wo der Dornfortsatz des letzten Halswirbels deutlich als Hervorragung gefühlt und auch gesehen werden kann, bildet sich namentlich bei Weibern eine stärkere Fettansammlung, welche als sanfte Wölbung an der betreffenden Stelle des Nackens sich bemerkbar machen kann und die Linie des Nackens in gefälliger Weise zu der des Rückens überleitet.

Ansatz: Der Muskel setzt sich mit seinen oberen Fasern an das Schulterende des Schlüsselbeins und an die Schulterhöhe an; mit der Masse seiner mittleren Bündel an die Schultergräte; die unteren Fasern endlich gehen bis zum oberen Teil des inneren Schulterblattrandes.

Die Wirkung dieses großen Muskels ist eine verschiedene, je nachdem seine einzelnen Teile oder seine gesamten Fasern arbeiten und sich zusammenziehen.

Nach der Wirkung der einzelnen Abschnitte des Muskels (Fig. 266 und 267) unterscheiden wir:

Fig. 266. Die verschiedenen Portionen des Trapezmuskels.

Fig. 267. Zugrichtung der Fasern des Trapez-, Delta- und breitesten Rückenmuskels.

I. Die obere oder Schlüsselbeinportion (auch respiratorischer oder Atmungsteil): der sich an das Schlüsselbein ansetzende Teil des Muskels.

Wirkt dieser Teil des Muskels auf einer Seite allein vom Schlüsselbein aus, so neigt er den Kopf nach seiner Seite und dreht das Kinn dabei nach der entgegengesetzten Seite.

Wirkt die obere Portion auf beiden Seiten gleichzeitig, so zieht sie den Kopf nach hinten.

Umgekehrt: ist der Kopf fixiert durch die entsprechenden, den Kopf haltenden Muskeln, so hebt die obere Portion die Schultern als Ganzes (den „Schulterstumpf") und hilft die Lungenspitzen lüften.

Fig. 268. Schema der Wirkung der 2. Portion des linken Trapezmuskels auf das Schulterblatt. I Ruhestellung. II Drehung des Schulterblatts bei Zusammenziehung des Muskels. Die Achse der Drehung durch einen Punkt bezeichnet.

II. Die mittlere Portion zerfällt in zwei Abschnitte:

a) Der erste Abschnitt, welcher sich an die Schulterhöhe und die äußere Hälfte der Schultergräte ansetzt, dreht bei gesonderter Zusammenziehung das Schulterblatt um eine durch den oberen inneren Schulterblattwinkel gelegte Achse, so daß der untere Schulterblattwinkel sich von der Mittellinie, der Wirbelsäule, entfernt, und nach außen zur Achselhöhe hingeht, während der äußere obere Schulterblattwinkel gehoben wird (Fig. 268).

Es ist dies dieselbe Bewegung des Schulterblatts, welche allein das Heben des Arms aus der horizontalen Seithebhalte zur senkrechten Hochhebhalte ermöglicht, wie oben bei Beschreibung des Schultergelenks gezeigt wurde.

Fig. 269. Verlauf der Fasern des breitesten Rückenmuskels. Die Pfeile geben die Zugrichtungen der oberen und der unteren Fasern an.

Auf diese Weise wird der Trapezmuskel mit einem großen Teil seiner Fasern Heber des Armes.

b) Der zweite Abschnitt der mittleren Portion setzt sich an die innere Hälfte der Schulterblattgräte. Seine Zusammenziehung bewirkt einfaches Annähern des Schulterblatts zur Wirbelsäule oder Mittellinie des Körpers.

III. Die untere Portion, welche am oberen Teil des inneren Schulterblattrandes sich ansetzt, senkt bei der Zusammenziehung den oberen, inneren Winkel des Schulterblatts und nähert das Schulterblatt der Mittellinie.

Gesamtwirkung des Trapezmuskels: Mit allen Abschnitten gleichzeitig wirkend, hebt der Muskel das Schulterblatt. Ähnlich wie dies für den oberen Abschnitt des großen Brustmuskels geschildert war, wird dabei die Schulter als Ganzes gehoben und bei Belastung der Schulter durch eine aufgelegte Last festgehalten und ihr entgegengestemmt.

Weiterhin nähert der Muskel den inneren Rand des Schulterblatts der Mittellinie, zieht dadurch die Schultern zurück und wölbt die Brust vor; zugleich

Stumpf des Kopfnickers

Nackenband

Bauschähnlicher Muskel des Kopfes

Dornfortsatz des 7. Halswirbels

Aufheber des Schulterblatts

Kleiner rautenförmiger Muskel

Großer rautenförmiger Muskel

Hinterer oberer Sägemuskel

Obergrätenmuskel

Untergrätenmuskel

Kleiner rundlicher Muskel

Äußerer Zwischenrippenmuskel

Kreuz-Lendenmuskel (nach außen gelegt)

Längster Rückenmuskel

Hinterer unterer Sägemuskel

12. Rippe

Viereckiger Lendenmuskel

Äußerer schiefer Bauchmuskel

Darmbeinkamm

Gemeinschaftlicher Rückenstrecker

Fig. 270. Die tiefen und langen Rückenmuskeln. Links sind die rautenförmigen Muskeln entfernt.

wirft dabei der Muskel den Kopf zurück. Er bewirkt also diejenige Haltung, welche im oberen Teil des Rückens und der Brust beim Strammstehen eingenommen wird.

Breitester Rückenmuskel.

2. Der breiteste Rückenmuskel. Von allen äußeren Muskeln des Skeletts besitzt dieser die größte Flächenausdehnung.

Ursprung: Dornfortsätze der vier bis sechs untern Brustwirbel, aller Lenden- und Kreuzwirbel, hinterer Teil des Darmbeinkammes (äußere Lefze). Der Ursprung ist als breite sehnige Haut gestaltet, die in einer gegen die Wirbelsäule konvexen Linie in das Fleisch des Muskels übergeht (Fig. 268).

Der Muskel umgreift die hintere wie die Seitenwand der Brust, wird dabei schmäler, geht über den unteren Winkel des Schulterblatts hinweg, dieses an den Brustkorb andrückend, bildet die hintere Wand der Achselhöhle und geht dann über in seinen

Ansatz: mit zollbreiter starker platter Sehne an die Leiste des kleinen Oberarmhöckers.

Die Wirkung des Muskels (Fig. 270) ist eine mannigfache, ähnlich wie beim großen Brustmuskel.

Den hochgehobenen Arm hilft er senken; den herabhängenden Arm zieht er rückwärts und nähert die Hand dem Gesäße (daher der alte obscöne Name des Muskels: Scalptor seu tersor ani).

Namentlich zieht der obere Teil den Arm nach innen und rückwärts und bewirkt so die ausholende Bewegung zum Werfen, Vorwärtsstoßen usw. – Da die Fasern des oberen Teils über den unteren Schulterblattwinkel hinweggehen, so vermag der breite Rückenmuskel bei starker Zusammenziehung die Schulterblätter gegen den Brustkorb zu festzuhalten, einander zu nähern: der Muskel unterstützt und ergänzt in diesem Falle die Gesamtwirkung des Trapezmuskels.

Der untere Teil des Muskels zieht den Schulterstumpf nach abwärts, senkt die Schultern. –

Zweite Schicht (Fig. 270).

Großer und kleiner rautenförmiger Muskel.

3. Großer und kleiner rautenförmiger Muskel, vom Trapezmuskel bedeckt. Die beiden Muskeln, nur durch einen Schlitz geschieden, sind nach Richtung und Wirkung als ein einziger Muskel zu betrachten.

Ursprung: Dornfortsätze der zwei unteren Hals- und der vier oberen Brustwirbel.

Ansatz: Innerer Rand des Schulterblattes.

Wirkung:

1. Der Muskel nähert das Schulterblatt als Ganzes der Wirbelsäule.

2. Er dreht mit seinen unteren Fasern das Schulterblatt um eine durch den äußeren Winkel des Schulterblatts gelegte Achse, so daß der innere untere Schulterblattwinkel der Wirbelsäule genähert wird, während der innere obere Winkel sich hebt. Er wirkt damit im Gegensatz zum mittleren Teil des Trapezmuskels, welcher das Schulterblatt um seinen inneren oberen Winkel dreht und den unteren Schulterblattwinkel von der Mittellinie entfernt.

3. Vor allem aber ist zu beachten das gegensätzliche Verhältnis der rautenförmigen Muskeln zum großen Sägemuskel. Nur wenn der Rautenmuskel zusammengezogen ist und das Schulterblatt festhält, vermag der große Sägemuskel auf die Rippen zu wirken, und als Atemmuskel den Brustkorb zu erweitern. Somit gehört auch der Rautenmuskel zu den Hilfsmuskeln der Atmung. – Ist der Brustkorb erweitert und in der Einatmungsstellung festgelegt, dann ist es vor allem die vereinte Tätigkeit der beiden Muskeln, Säge- und Rautenmuskel, welche das Schulter-

blatt unbeweglich festhält, und dem Arm die volle Ausnützung seiner Kraft ermöglicht (Fig. 271).

Über die Rolle, welche der Muskel beim Stütz im Barren spielt, s. u. § 266.

Aufheber des Schulterblatts.

4. Der Aufheber des Schulterblatts (unter dem Trapezmuskel).

Fig. 271. Zurichtung des Rauten-, des großen Sägemuskels und des Hebers des Schulterblatts.

Fig. 272. Schema der Wirkung des linken Aufhebers des Schulterblatts. I Ruhestellung. II Stellung bei Zusammenziehung des Muskels. Achse der Drehung durch einen Punkt bezeichnet.

Ursprung: mit vier sehnigen Köpfen von den Querfortsätzen der vier oberen Halswirbel.

Ansatz: Innerer oberer Winkel des Schulterblatts.

Wirkung: Der Muskel hebt die Schulter; er dreht das Schulterblatt um eine durch den äußeren Winkel gelegte Achse, so daß der untere Schulterblattwinkel der Mittellinie genähert, der innere obere Winkel gehoben wird (Fig. 272).

Der Muskel wirkt damit gleichsinnig mit dem unteren Teil des rautenförmigen Muskels.

Dritte Schicht.

Hinterer oberer Sägemuskel.

5. Unter dem Rautenmuskel liegt der hintere obere sägeförmige Muskel.

Ursprung: Dornfortsätze der zwei unteren Hals- und der beiden oberen Brustwirbel.

Ansatz: mit 4 Zacken an der 2.—5. Rippe.

Wirkung: Rippenheber, also die Einatmung fördernd und Hilfsmuskel der Atmung.

Einseitig wirkend, kann der Muskel ebenso wie der folgende als Seitwärtsbieger der Wirbelsäule tätig sein.

Hinterer unterer Sägemuskel.

6. Unter dem breiten Rückenmuskel liegt der hintere untere sägeförmige Muskel.

Ursprung: 2 untere Brust-, 2 obere Lendenwirbel.

Ansatz: Mit 4 Zacken an den letzten vier Rippen.

Wirkung: Niederziehen der Rippen, also die Ausatmung fördernd (Hilfsmuskel der Atmung).

Bauschähnlicher Muskel des Kopfes und Halses.

7. Unter dem Trapezmuskel und zum Teil unter dem Rautenmuskel liegt der bauschähnliche Kopf- und Halsmuskel.

Ursprung: Dornfortsätze des 3. Hals- bis 4. Brustwirbels.

Ansatz: Halbkreisförmige Linie des Hinterhaupts bis zum Warzenfortsatz hin.

Wirkung: Einseitig wirkend, ist der Muskel Dreher des Kopfes und Halses; doppelseitig wirkend, beugt der Muskel den Kopf zurück und bewirkt gleichzeitig mit dem langen Rückenstrecker schöne Streckhaltung des Rumpfes. Sind gleichzeitig die gegensinnigen Muskeln, welche den Kopf nach vorn beugen, zusammengezogen, so bewirkt die vereinte Tätigkeit Festhaltung des Kopfes, so daß die vom Kopf und der Halswirbelsäule entspringenden Hilfsatemmuskeln — Kopfnicker, oberer Teil des Trapezmuskels und die Rippenheber — auf den Brustkorb als Hilfsmuskeln der Atmung einwirken können.

§ 110. Die langen Rückenmuskeln (Fig. 270).

Lange Rücken-muskeln.

Die Streckung des Rückgrats, die seitliche Neigung (bei einseitiger Tätigkeit der Streckmuskeln), sowie die Drehung der Wirbelsäule um ihre Achse werden bewirkt durch eine große Anzahl von Muskeln, welche rechts und links von der Wirbelsäule, vom Kreuzbein bis hinauf zum Hinterhauptsbein gelegen sind, wo sie sich an den Dorn- und Querfortsätzen der Wirbel, sowie an den Rippen ansetzen.

Gemeinschaftlicher Rückenstrecker.

1. Der Hauptmuskel dieser Gruppe ist der gemeinschaftliche (lange) Rückenstrecker.

Ursprung: Der Muskel entspringt mit einem dicken fleischigen Bauch von der hinteren Fläche und dem Kamm des Kreuzbeins, sowie von den Dornfortsätzen der Lendenwirbel.

Ansatz: Der Muskel teilt sich in a) den Kreuzlendenmuskel und b) den längsten Rückenmuskel, und geht so hinauf zu allen Rippen bis zum Halse.

Wirkung: Wirken die Rückenstrecker beider Seiten zusammen, so strecken sie kraftvoll den Rücken. Bei strammer Haltung, beim langsamen Schritt, beim militärischen Marsch fühlt man deutlich am Kreuz den hart werdenden zusammengezogenen Muskel. Die Muskelbäuche des Streckers rechts und links treten dabei in starkem Relief als Wülste seitlich der Lendenwirbel hervor, so daß die Dornfortsätze der Lendenwirbel in einer tiefen Rinne liegen.

Wirkt der Muskel einseitig, so biegt er die Wirbelsäule nach der betreffenden Seite.

Kurze und lange Rippenheber.

2. Die kurzen und langen Rippenheber (Fig. 264). Die kurzen Rippenheber gehen vom 7. Hals- bis zum 11. Brustwirbel je von den Spitzen der Querfortsätze zu den nächstunteren Rippenhöckern; die langen Rippenheber jedesmal mit Überspringung einer Rippe. Die Rippenheber sind, wenn sie von der Wirbelsäule aus auf die Rippen wirken, Hilfsmuskeln der Atmung, indem sie die Rippen heben. —

Die einzelnen übrigen hierhergehörigen kleinen Nackenmuskeln sowie die kurzen Rückenmuskeln besonders aufzuführen und zu beschreiben ist für unsere Betrachtung ohne Belang.

§ 111. Die Bauchmuskeln.

Bauch-muskeln.

Die vordere Bauchwand, in welche die Bauchmuskeln als übereinander liegende dünne Muskelplatten eingelagert sind, ist ausgespannt zwischen den Rippenbögen und dem Becken. Der Rauminhalt der Bauchhöhle ist jedoch viel größer, als nach der äußeren Ansicht zu vermuten wäre. Die Bauchhöhle wird nach oben vergrößert

dadurch, daß das Zwerchfell vom unteren Rande des Brustkorbes kuppelförmig in die Höhe steigt; nach unten dadurch, daß sie bis in das kleine Becken hinabreicht.

Da der untere Rippenrand nicht parallel dem Beckenring verläuft, so ist die Höhe der Bauchwand an den verschiedenen Stellen eine verschiedene: sie ist am größten in der Mittellinie zwischen Schwertknorpel und Schamfuge, am kleinsten zwischen 12. Rippe und Beckenrand in der Flankengegend.

Je nachdem jemand fettreich und dick oder mager und fettarm ist, ist der Bauch mehr vorgewölbt, bis zum Schmerbauch, oder eingewölbt und hohl. Die vorkommenden Unterschiede sind außerordentlich bedeutend.

Bewegungen der Bauchwand bei der Atmung.

Die Einatmung wölbt den Bauch dadurch vor, daß die Kuppel des Zwerchfells hinabsteigt und die Baucheingeweide hinab und gegen die weiche vordere Bauchwand vordrängt; umgekehrt steigen bei der Ausatmung die Kuppel des Zwerchfells und, durch den äußeren Luftdruck ihr nachfolgend, die Baucheingeweide in die Höhe. Dadurch geht die Vorwölbung des Bauches entsprechend zurück (Fig. 273).

Einatmungsstellung
Ausatmungsstellung

Fig. 273. Bauchatmen.

A. Lange Bauchmuskeln.

Lange Bauchmuskeln.

Der gerade Bauchmuskel.

1. Der gerade Bauchmuskel.

Ursprung: 5., 6. und 7. Rippenknorpel und schwertförmiger Fortsatz des Brustbeins.

Ansatz: Schamfuge. – Der Muskel zeigt in seinem Fleisch verschiedene sehnige Inschriften: 2 über / 1 an / seltener 1 unter } dem Nabel entsprechend den Falten bei Zusammenkrümmung des Leibes. Die Unter-Bauchgegend ist vom Oberschenkel getrennt durch die Leistenbeuge oder den Bug.

Die queren sehnigen Inschriften geben der Bauchmitte bei kräftiger Entwicklung des Muskels und nicht zu fettreicher Haut ihr bezeichnendes Relief. Der Muskel ist umhüllt von einer starken sehnigen Scheide, die von rechts und links in der Mittellinie des Bauches zusammenstoßend, die weiße Linie bildet. Diese Muskelscheide wird gebildet von den häutigen Sehnen der breiten Bauchmuskeln.

Wirkung: Der gerade Bauchmuskel nähert die Brust dem Becken, beugt also die Wirbelsäule. Er zieht den Brustkorb herab, verengert ihn dadurch, und ist somit auch ein Ausatmungsmuskel. Im Verein mit den anderen Bauchmuskeln übt er einen Druck aus auf den Inhalt der Bauchhöhle: die Bauchpresse. Dieselbe tritt dann besonders stark ein, wenn ein Teil des Inhalts der Bauchhöhle aus derselben befördert werden soll, sei es nach oben: Erbrechen; sei es nach unten: Kotentleerung, Harnlassen, Gebärakt.

Pyramidenförmiger Muskel.

2. Der pyramidenförmige Muskel: kleiner von der Schamfuge zur Scheide des geraden Bauchmuskels gehender Muskel. Er spannt zur Erleichterung der Tätigkeit des geraden Bauchmuskels dessen Scheide.

B. Breite Bauchmuskeln.

Breite Bauchmuskeln.

Der äußere schräge Bauchmuskel.

3. Der äußere schräge oder schief absteigende Bauchmuskel (s. o. Fig. 264).

Ursprung: Außenfläche der 7 bis 8 unteren Rippen, von denen der Muskel mit breiten Zacken entspringt; die vier oberen Zacken greifen in die entsprechenden Zacken des großen Sägemuskels ein.

Ansatz: die hinteren Bündel gehen fast senkrecht zum Darmbeinkamm hinunter; die übrigen, welche den Hauptteil des Muskels bilden, ziehen schief zur vorderen Bauchwand und endigen in einer sehnigen Haut, welche, den geraden Bauchmuskel umhüllend, in der Mittellinie mit der Sehnenhaut des Muskels der anderen Seite zur „weißen Linie" sich vereinigt. Am Leistenbug bildet die Sehne des Muskels, rinnenförmig umgebogen, einen starken bandartigen Rand, das Poupartische Band, welches zwischen vorderem oberen Darmbeinstachel und Schamfuge brückenartig ausgespannt ist (Fig. 264).

Fig. 274. Der quere Bauchmuskel nach Entfernung der beiden schiefen Bauchmuskeln.

Innerer schräger Bauchmuskel.

4. Der innere schräge oder schief aufsteigende Bauchmuskel, unter dem vorigen liegend.

Ursprung: Sehnige Scheide der langen Streckmuskeln des Rückens; Darmbeinkamm (mittlere Lefze); vorderer oberer Darmbeinstachel; äußere Hälfte des Poupartischen Bandes.

Ansatz: die hinteren Bündel gehen zu den drei letzten Rippen; die Masse der mittleren zur vordern Bauchwand; die vordersten zum Leistenring, schlingenförmig den Samenstrang umfassend, als Heber des Hodens.

Querer Bauchmuskel.

5. Der quere Bauchmuskel, die innerste Schicht bildend.

Ursprung: Knorpel der sechs unteren Rippen; sehnige Haut des viereckigen Lendenmuskels; innere Lefze des Darmbeinkamms; äußere Hälfte des Poupartischen Bandes.

Ansatz: Quer zur sehnigen vorderen Bauchwand (Fig. 274).

Viereckiger Lendenmuskel.

6. Der viereckige Lendenmuskel.

Ursprung: Hinterer Darmbeinkamm.

Ansatz: Querfortsätze der vier oberen Lendenwirbel und unterer Rand der 12. Rippe.

Die Bauchpresse.

§ 112. Die Bauchpresse

oder gemeinsame Wirkung der Bauchmuskeln. —

Wie die Züge eines starken Geflechts — z. B. eines Rohrstuhles — kreuzen sich die Faserrichtungen der Bauchmuskeln, indem sie senkrecht (langer Bauchmuskel), quer (querer Bauchmuskel), von oben außen nach unten innen (schief absteigender oder äußerer schräger Bauchmuskel), von unten außen nach oben innen (innerer schräger oder schief aufsteigender Bauchmuskel) verlaufen (Fig. 275).

Diese starke Muskelwand hat folgende Wirkungen:

Rumpfbeugung durch die Bauchmuskeln.

1. Sie nähert die Brust dem Becken, d. h. sie beugt den Rumpf. Nach der Faserrichtung scheint es, als ob der gerade Bauchmuskel fast ausschließlich diese Bewegung ausführe. Indes steht außer Zweifel, daß, wenn der gerade Muskel durch seine Verkürzung allein den Schwertfortsatz der Schambeinfuge annäherte, er unbedingt den kürzesten Weg zwischen diesen Punkten darstellen, d. h. von der Bauchwand vorspringen müßte. Tatsächlich ist aber bei der Rumpfbeugung der Bauch eingezogen. Der verkürzte gerade Bauchmuskel verläuft nicht geradlinig, sondern gekrümmt in seiner Längsrichtung. Dies ist nur möglich dadurch, daß die schiefen und der quere Bauchmuskel durch ihre Zusammenziehung die sehnige Scheide, welche den geraden Bauchmuskel umgibt, und damit den Muskel selbst stark nach einwärts ziehen. Mithin sind auch diese Muskeln an der Beugung des Rumpfes ebensogut beteiligt, wie der gerade Bauchmuskel selbst.

Fig. 275. Schema der Zugrichtungen der Bauchmuskeln.

Entleerung des Inhalts der Bauchhöhle.

2. Wird der Rumpf durch den gleichzeitigen Gegenzug der Streckmuskeln der Wirbelsäule verhindert, sich auf Zug der Bauchmuskeln hin nur zu beugen, so wirkt die vereinte Tätigkeit der Bauchmuskeln stark pressend auf den Inhalt der Bauchhöhle, sucht die Bauchwand einzuziehen und den Raum der Bauchhöhle zu verkleinern. Dieser Druck wird aufs stärkste gesteigert dann, wenn ein Teil des Inhalts der Bauchhöhle durch die natürlichen Leibesöffnungen entleert werden soll; so bei Entleerung des Mageninhalts beim Brechakt; bei Entleerung des Mastdarms; beim Ausstoßen der Leibesfrucht während der Geburt; zur Unterstützung der Harnentleerung, nament-

lich wenn letztere irgendwie erschwert ist. Ebenso wird die Bauchpresse in Tätigkeit gesetzt bei Entfernung von Schleim aus den Luftwegen, also bei heftigem Husten oder beim Ausschneuzen der Nase.

Stärkere Ausatmungsbewegungen.

3. Für die beiden letzteren Tätigkeiten kommt besonders in Betracht, daß die Bauchpresse nicht nur auf den Inhalt der Bauchhöhle einwirkt, sondern auch auf den der Brusthöhle. Die Ursprünge und Ansätze der Bauchmuskeln an den acht unteren Rippen wie am Brustbein (Schwertfortsatz) bewirken bei Tätigkeit der Bauchpresse einen starken Zug am Brustkorb: die Rippen werden herabgezogen, der Brustraum verengt. Die Bauchmuskeln sind mithin kräftige Förderer der Ausatmung und treten bei jeder angestrengten Ausatmung als Ausatmungsmuskeln ein. Die Bauchpresse wird daher auch stets mehr oder weniger stark in Anspruch genommen, wenn nach tiefer Einatmung die Luftwege bis auf einen kleinen Spalt, sei es im Kehlkopf — beim Singen, Schreien usw. — sei es durch die Lippen — beim Pfeifen, Blasen eines Instrumentes — geschlossen werden, und nun zur Tonerzeugung die Lungenluft, unter starken Druck genommen, gewaltsam durchgepreßt wird.

Akt der Anstrengung oder Pressung.

4. Diese Tätigkeit der Bauchpresse tritt aber vor allem ein beim Akt der Anstrengung oder Pressung. Es ist schon oben wiederholt darauf hingewiesen, daß volle Ausnutzung der Muskelkraft nur möglich ist, wenn der Muskel von einem absolut unbeweglichen Ursprung aus auf den beweglichen Ansatz einwirkt. Der Umstand, daß der Schultergürtel, an welchem die Arme befestigt sind, nur mittels eines beweglichen Gelenks, des Schlüsselbein-Brustbeingelenks, mit dem Skelett in Verbindung steht, der Umstand ferner, daß nicht nur die Muskeln, welche das Schulterblatt festhalten, vorzugsweise am Brustkorb entspringen, sondern auch die wirksamsten Muskeln des Oberarms selbst, alles das bedingt, daß bei Höchstleistungen der oberen Gliedmaßen stets der Brustkorb festgelegt sein muß. Nur von einem unbeweglich gemachten Brustkorb aus kann die volle Kraft der Schulter- und Armmuskeln ausgenutzt werden.

Ja selbst bei Anstrengung in einem der Schulter entlegeneren Gebiet, z. B. der Hand, macht sich diese Notwendigkeit geltend. Will man in der Hand beispielshalber eine sehr harte Nuß zerdrücken, so entspringen die hierzu wirksamen Muskeln vom Unter- und Oberarm. Die Festlegung des Unterarms im Augenblick der Anstrengung erheischt Festlegung des Oberarms; die Festlegung des letzteren die des Schulterblatts; die Muskeln, welche das Schulterblatt festhalten, vermögen dies in kräftiger Weise nur, wenn ihr Ursprung fest ist, d. h. wenn der Brustkorb fest steht und keine Atembewegungen macht.

Ist wie im gedachten Beispiel der Vorgang auf einer Körperseite sich abspielend, so würde die kräftige Betätigung derjenigen mitwirkenden Muskeln, welche vom Rumpfe entspringen, nicht möglich sein, ohne das Gleichgewicht der Rumpfhaltung — denn der Rumpf balanciert mit der in sich beweglichen Wirbelsäule auf dem Becken — zu stören. Der Stamm oder Rumpf muß also ebenfalls durch Muskelzug vom Becken und den Beinen aus festgelegt werden usw. So schlägt eine kleine Bewegung an einer Körperstelle, bei der es sich aber um die größtmögliche Ausnutzung der Kraft der zunächst beteiligten Muskeln, kurz gesagt also um eine Anstrengung handelt, immer weitere Kreise, und zieht mehr oder weniger das gesamte Muskelsystem zu einer Art von Mitwirkung heran.

Der wesentlichste Vorgang bei der Pressung oder Anstrengung ist also der, daß durch tiefe vorherige Einatmung der Brustkorb in die Einatmungsstellung gebracht und nun unter Verschluß des Kehlkopfes, so daß keine Luft entweichen kann, die in dem Brustkorb eingeschlossene Luft durch starke Tätigkeit der Ausatmungsmuskeln heftigem Druck ausgesetzt wird. Diese Tätigkeit macht den Brustkorb für die Dauer der Anstrengung vollkommen starr und unbeweglich. Die vom

Brustkorb entspringenden Muskeln können somit die volle Kraft ihrer höchstmöglichen Zusammenziehung auf ihre beweglichen Ansätze an Schulter und Arm einwirken lassen.

Nun sind von denjenigen Muskeln, welche die Ausatmung fördern und den Brustkorb verengern, die Bauchmuskeln die mächtigsten und wirksamsten, den anderen Hilfsmuskeln der Ausatmung, wie dreiwinkliger Muskel und hinterer Sägemuskel weitaus überlegen. Mithin ist für den Akt der Anstrengung (oder der „Pressung", die indes, wie wir sahen, nur einen einzelnen Teil des Gesamtvorganges der Anstrengung bildet) die energische Tätigkeit der Bauchmuskeln von besonderem Belang, bildet gewissermaßen den Schlußstein in einer Kette zusammengehöriger Vorgänge.

Die Notwendigkeit der Anstrengung ist also bei allen Höchstleistungen an Kraft gegeben, soweit diese Höchstleistungen von irgendwelchen Muskeln der oberen Gliedmaßen beansprucht werden. Zahllose Übungen des Turnens bedingen, wenn auch nur flüchtig, den Vorgang der Anstrengung. Häufig wird er angewendet, und die Bauchpresse mit Anhalten des Atems in Bewegung gesetzt auch da, wo es nicht erforderlich gewesen wäre. Namentlich ist der ungeschickte Neuling, weil er den zu einer Übung notwendigen Kraftaufwand noch nicht sicher abzuschätzen weiß, geneigt, in der Ausnutzung aller möglichen Vorteile zu viel zu tun, um nur ja keine Fehlbewegung zu machen. Es ist Aufgabe des Turnlehrers, das übermäßige und überflüssige Anhalten des Atems bei leichteren, keine Höchstleistung erfordernden Übungen, stets zu rügen und zu untersagen. Denn der Einfluß, welchen der Akt der Anstrengung auf Kreislauf und Lungen ausübt, ist, wenn dieser Akt häufig und langandauernd wiederholt wird, ein bedenklicher. Weshalb, mag später erörtert werden.

§ 113. Die Übung der Bauchmuskeln.

Übung der Bauchmuskeln.

Die Arbeit der Bauchmuskeln ist, wie wir sahen, in mannigfacher Beziehung von großer Wichtigkeit. Namentlich ist es die Beförderung des Darminhalts, die Kotentleerung, welche wesentlich durch die Tätigkeit der Bauchpresse unterstützt wird. Bei Frauen kommt hinzu, daß kräftige Bauchmuskeln dem Geburtsakt sehr zugute kommen, sowie ferner, daß Straffheit der Bauchdecken wertvoll ist, um wichtige Unterleibsorgane in ihrer richtigen Lage zu erhalten.

Vor allem ist es die Trägheit der Verdauung oder gewohnheitsmäßige Verstopfung, eins der verbreitetsten Übel, welche in zahlreichen Fällen mit Schlaffheit der Bauchdecken verbunden ist und durch entsprechende gymnastische Kräftigung der Bauchmuskeln gehoben werden kann. Dies trifft besonders bei Leuten mit sitzender Lebensweise zu. Wo träger Verdauung durch Übung der Bauchmuskeln abgeholfen werden kann, ist dieser Weg natürlich jedem anderen Verfahren vorzuziehen, denn er kann einerseits keine Schädigung der Unterleibsorgane zur Folge haben, wie gewohnheitsmäßig genommene Abführmittel dies oft genug bewirken, andererseits gewährleistet er aber auch noch alle anderen Vorteile, welche regelmäßige Übung für den Körper besitzt. Beim sogenannten diätetischen oder Gesundheitsturnen (Hausgymnastik) spielt deshalb gerade die Kräftigung der Bauchmuskulatur eine große Rolle.

Es ist dem deutschen Turnen der Vorwurf gemacht worden, daß es zu wenig oder gar nicht die Bauchmuskeln übe. Nichts ist verkehrter als das. Zahllose Gerätübungen setzen die Bauchmuskeln in zum Teil sehr kräftige Mitarbeit. Dies ist z. B. der Fall bei vielen Übungen am Reck, bei welchem auch (im Stütz) der direkte Druck der Reckstange auf die Baucheingeweide als die Darmbewegungen fördernd hinzukommt. Ebenso setzen die Schwingübungen am Pferd und die

meisten Übungen am Barren zweifellos die Bauchmuskeln — gerade wie schiefe — in rege Tätigkeit und kräftigen sie.

Ein gleiches ist der Fall beim Betrieb aller Kraftübungen, die mit starker Anstrengung, d. h. Pressung verbunden sind. Das Stemmen und Werfen schwerer

Fig. 276. Kräftig entwickelte Bauchmuskeln. Es treten namentlich die oberen Abschnitte des geraden Bauchmuskels mächtig hervor (nach Marey u. Demeny).

Gewichte, weiterhin das Ringen, kräftigen in hohem Grade die Bauchmuskulatur. Bei sogenannten Athleten, welche Kraftübungen sportsmäßig betreiben, findet man daher die Bauchmuskeln oft in außerordentlicher Weise entwickelt. Selbst durch dickere

Bauchdecken hindurch fühlt man bei solchen Leuten während einer Anstrengung – z. B. beim Heben einer schwersten Handel – die geraden Bauchmuskeln als harte, derbe Stränge den Bauch hinabziehen. Bei antiken Statuen, welche athletische Kraft verkörpern sollen, wie die des Herakles, zeigt die Bildung des Unterleibs, daß auch die Alten diesen Einfluß der Kraftübungen wohl kannten. – Von anderen Leibesübungen bietet vor allem das Rudern auf dem Gleitsitz eine treffliche Übung der Bauchmuskeln. Auch das Schwimmen ist hier zu nennen.

Alle diese Übungsarten sind indes nicht überall verwendbar. Die Einwirkung auf die Bauchmuskeln ist als nebensächlicher Übungserfolg schwer abzuschätzen, die Kraftübungen mit schweren Hanteln sind zudem nichts weniger als unbedenklich. Wo die Erreichung einer kräftigeren Entwicklung der Bauchpresse vornehmlich beabsichtigt ist, wird man deshalb andere Übungen wählen.

Fig. 277 u. 278. Übung der Rumpf- und insbesondere der Bauchmuskeln.

Hier stehen in erster Reihe eine Anzahl von Freiübungen, zunächst das tiefe Rumpfbeugen (Rückenbiegung), und die Verbindung des Rumpfvorwärtsbeugens mit starken Seitendrehungen des Rumpfes. Eine treffliche Übung derart hat J. P. Müller („Mein System") angegeben (Fig. 277 u. 278). Wirksam werden die Bauchmuskeln erst gedehnt und dann zusammengezogen, bei stärkerem Rumpfbeugen rückwärts sowie beim Spannbeugen und nachfolgendem langsamerem Wiederaufrichten.

Sind die Hände mit Hanteln bewaffnet, beim Rückwärtsbeugen hochgehoben und werden dann sprunghaft nach abwärts bis zwischen die gegrätschten Beine geführt, so haben wir die wirksame Übung des Axthauens (Fig. 279).

Für die schwächeren Bauchmuskeln ist von Bedeutung Rumpfbeugen seitwärts sowie Rumpfkreisen.

Wirksam ist ferner die tiefe Kniebeuge bis zur kauernden Stellung mit Umfassen der Unterschenkel.

Ferner ist eine gute diätetische Übung das Hantelverlegen. Aus weiter Grätschstellung werden ein paar Hanteln unter der Drehung der Füße auf den Fersen bald neben den rechten, bald neben den linken Fuß seitlich außen verlegt.

Zu den wirksamsten Übungen für die Bauchmuskeln rechnet ferner der Liegestütz vorlings entweder mit kleinen Hanteln oder mit dem Handgerät der Italiener, dem Atrezzi (Fig. 280 u. 281) oder mit Handstütz auf eine niedrige Übungsbank oder die Schwebekante ausgeführt. Dabei ist aber zu achten, daß Rumpf und Wirbelsäule nicht eingebogen sein dürfen, sondern gerade

Fig. 279.

Fig. 280.

Fig. 281.

gestreckt. Dabei lastet eben das Rumpfgewicht auf den Bauchmuskeln und ihr Zug ist es, welcher die Einbiegung der unteren Brust- wie der Lendenwirbelsäule hindert.

Es gehört ferner hierhin das Rumpfsenken aus dem aufrechten Sitz auf der niedrigen Bank nach rückwärts und langsames Wiederaufrichten. Wie oben schon beschrieben, mußten dabei die Füße des Übenden von einem zweiten Turner in der Knöchelgegend festgehalten werden.

Fig. 282.

Aus der Rückenlage ist abwechselndes Rumpfaufrichten und -niedersenken wirksam. Weiterhin die „Umkippen" genannte Übung (Fig. 282), wobei die gestreckten Beine mit einer schwunghaften Bewegung vom Boden aufgehoben werden und derart eine Kreisbewegung nach dem Kopf hin ausführen, daß der Körper nur noch mit Schultern und Hinterkopf auf dem Boden ruht. Es ist ersichtlich, daß eine Reihe von Gerätübungen, so der Felgumschwung am Reck, in ähnlicher Weise wirksam sind.

§ 114. Einige Bemerkungen über Brüche.

Wir sahen oben, daß die Bauchmuskeln in Beziehung stehen zu dem zwischen oberen vorderen Darmbeinstachel und der Schamfuge brückenartig ausgespannten Poupartischen Band. Die sehnige Haut des äußeren schrägen Bauchmuskels verschmilzt mit diesem Bande. Teile des inneren schrägen, sowie des queren Bauch-

muskels nehmen ihren Ursprung von ihm. Zwischen dem Bande und dem Beckenrand bleibt ein schlitzförmiger dreieckiger Raum offen, der in die Bauchhöhle, d. h. ins Becken führt. Durch diese Öffnung, also unter dem Poupartischen Bande her, ziehen, aus der Bauchhöhle heraustretend, der Lenden-Hüftbeinmuskel, sowie nach innen davon die großen Blutgefäße der Beine: Schenkel-Pulsader und -Blutader.

Es führt also neben diesen Schenkeladern unter dem Poupartischen Bande her ein Weg zum Innern der Bauchhöhle, nach letzterer zu nur mit einer dünnen Haut verschlossen, der Schenkelkanal.

Schenkelkanal.

Ein zweiter Zugang zur Bauchhöhle befindet sich über dem Poupartischen Bande, nämlich der Leistenkanal. Seine äußere Öffnung, der Leistenring, befindet sich dicht über dem Bande, etwa 3 cm von der Schamfuge entfernt in Form eines dreieckigen Schlitzes, welcher die hier befindlichen Bauchmuskeln durchbohrt. Durch diesen Schlitz oder Kanal tritt aus der Bauchhöhle heraus der Samenstrang und geht abwärts zum Hoden; beim Weibe, wo der Schlitz sehr enge, treten durch ihn die runden Mutterbänder.

Leistenkanal.

Sowohl der Schenkel-, wie der Leistenkanal (s. Fig. 261) führen also zur Bauchhöhle und sind nur durch dünne Häute gegen diese abgeschlossen. Sind diese Kanäle aus irgendwelchen Gründen, die hier nicht erörtert werden können, besonders weit, und ist ihr Verschluß besonders nachgiebig, so daß der untersuchende Finger beim Leistenkanal die äußere Haut weit in den Kanal hineinstülpen und in ihn vordringen kann, dann ist hier eine natürliche Bruchanlage vorhanden. Werden durch die Bauchpresse die Eingeweide stark gegen die Bauchwände und damit auch gegen die Verschlüsse des Leisten- oder Schenkelkanals angedrückt, so kann sich bei vorhandener Bruchanlage der schwache Verschluß mehr und mehr weiten, Darmschlingen werden in den Kanal hineingepreßt, und es entsteht ein Bruch, und zwar ein Leistenbruch, wenn die Darmschlingen in den Leistenkanal über dem Poupartischen Bande eintreten, dort die Haut emporwölben und selbst in den Hodensack hinab gelangen; ein Schenkelbruch, wenn die Darmschlingen unter dem Poupartischen Bande her in den Schenkelkanal ihren Weg finden und nun unter die Haut des Oberschenkels treten. Der Leistenbruch ist, namentlich bei Männern, das gewöhnlichere Vorkommnis.

Bruchanlage.

Unterleibsbrüche sind sehr häufig. Man rechnet im Durchschnitt auf 20 Menschen einen mit Bruch oder doch mit Bruchanlage behafteten. Das männliche Geschlecht ist dabei etwa viermal so häufig betroffen als das weibliche.

Zur Entstehung eines Bruches gehört also:

Entstehung von Brüchen.

1. eine besondere Anlage, begründet in der — oft vererbten — anatomischen Beschaffenheit derjenigen Stellen, wo die Bauchwand durch dünnere Häute abgeschlossen ist (außer den Schenkel- und Leistenbrüchen sind besonders noch die Nabelbrüche zu erwähnen, die bei ungenügender Festigkeit der den Nabel bildenden Narbe entstehen können, bei Säuglingen häufig sind, aber bei geeigneter Behandlung bald meist verheilen).

2. Häufige und starke Anwendung der Bauchpresse. Indem der Bauchinhalt unter heftigen Druck genommen wird, geschieht es, daß da, wo die Bauchwand Stellen von geringerer Festigkeit und Widerstandskraft zeigt, diese Stellen langsam ausgeweitet werden, und daß solche Ausweitung — der „Bruchsack" — in den Bruchkanal trichterförmig eingepreßt wird. Nur ausnahmsweise entsteht ein Bruch ganz plötzlich. Die „Bruchpforte" oder der Bruchkanal kann schließlich so weit werden, daß ohne besonderen Druck schon im Stehen ganze Pakete von Darmschlingen aus der Bauchhöhle hinaus unter die Haut treten und ebenso leicht im Liegen durch geeignete Handgriffe wieder zurückgebracht werden können. Um dauernd

die Darmschlingen an dem Eintreten in den Bruchkanal zu hindern und im Bauchraum zurückzuhalten, tragen mit einem Bruch behaftete stets ein „Bruchband“. Ein solches besteht aus einem federnden Gürtel, welcher in ein oval geformtes und gepolstertes Ende, die „Pelotte“, ausläuft. Der Gürtel, welcher im übrigen die Körperbewegungen in keinerlei Weise behindert, wird so angelegt, daß die Pelotte, genau auf dem Bruchkanal liegend, diesen fest zusammendrückt. —

Ist Bruchanlage vorhanden, so können mit häufiger Pressung verbundene Vorgänge, wie langwieriger heftiger Husten bei Erkrankung der Luftwege, oder Hartleibigkeit zur Ausbildung eines Bruchschadens führen.

Zu solchen Gelegenheitsursachen gehört nun auch der häufigere Akt der „Anstrengung“. Es steht fest, daß Leute, welche schwere körperliche Arbeit verrichten müssen, wie Handwerker, Lastträger, Handlanger u. dergl. ganz ungleich häufiger von Bruchschäden befallen sind als alle anderen Bevölkerungsklassen. Ganz ohne Zweifel kann auch die Anstrengung bei Leibesübungen mannigfachster Art die Ausbildung eines Bruches — jedoch nur bei schon vorhandener Bruchanlage — begünstigen oder das plötzliche Hervortreten von Eingeweiden in eine Bruchpforte veranlassen.

Bruchschäden nach Leibesübungen.

Im letzteren Falle wird dann heftiges Turnen, Rudern, Ringen, Stemmen schwerster Gewichte usw. beschuldigt, einen Bruch unmittelbar veranlaßt zu haben. Indes war in allen solchen Fällen eine Bruchanlage schon vorhanden, bestand aber unerkannt. Die Fälle sind sehr häufig, daß junge kräftige Leute wegen starker Bruchanlage, d. h. weiter Bruchpforte im Leistenkanal, vom Heeresdienst bei der Aushebung zurückgewiesen werden, obschon die Betreffenden bis dahin keine Ahnung von dem bestehenden Schaden hatten.

Fig. 283. Bruchband bei linksseitigem Leistenbruch.

Bei erkannter Bruchanlage und dem vorbeugenden Tragen eines richtig gefertigten Bruchbandes (Fig. 283) steht der Teilnahme am Turnen und anderen Leibesübungen nichts entgegen. Lediglich mit starker Anstrengung verbundene Kraftübungen wären hier zu meiden. In erster Linie das Gewichtstemmen. Ferner unbedingt das Ringen. Dies um so mehr, als beim Ringen allzuleicht das schützende Bruchband sich verschieben kann.

Somit ergibt sich:

1. Die plötzliche Entstehung eines Bruchschadens durch heftige Leibesübung ist ohne vorhanden gewesene Bruchanlage kaum denkbar.

2. Bei vorhandener Bruchanlage tragen Leibesübungen um so mehr zu allmählicher Entstehung eines ausgebildeten Bruches bei, je stärker sie den Vorgang der Pressung in Anspruch nehmen.

3. Ein Bruchschaden hindert nicht die Vornahme leichterer Leibesübungen, wenn ein richtiges Bruchband getragen wird. Heftige Kraftübungen (Stemmen und Ringen) sind indes zu meiden.

§ 115. Das Zwerchfell.

Das Zwerchfell.

Das Zwerchfell ist nächst dem Herzen der wichtigste Muskel des Körpers. Ausgespannt quer durch die Leibeshöhle (Zwerch = quer), zerlegt es diese in zwei vollständig getrennte Räume: die Brust- und die Bauchhöhle. Diese Scheidewand, als welche das Zwerchfell sich darstellt, ist kuppelförmig gewölbt, und zwar so, daß die konvexe Fläche nach oben und etwas nach hinten, die konkave nach unten und etwas nach vorn gerichtet ist (Fig. 284).

Man unterscheidet am Zwerchfell einen muskulösen und einen sehnigen Teil. Ersterer teilt sich je nach dem Ursprung in einen Lenden- und einen Rippenteil.

Schwertförmiger Fortsatz des Brustbeins
Sehniger Teil
Muskulöser Rippenteil
Viereckiges Loch mit der unteren Hohlvene
Durchtritt der Speiseröhre
Durchtritt der Hauptschlagader
Milch-Brustgang
Muskulöser Lendenteil des Zwerchfells
Lendenteil der Wirbelsäule
Lenden-Hüftbein-Muskel
Viereckiger Lendenmuskel

Fig. 284. Das Zwerchfell von unten gesehen.

1. Muskulöser Teil des Zwerchfells.

a) Der Lendenteil entspringt mit seinen Bündeln von den vier oberen Lendenwirbeln. Die vom ersten und zweiten Lendenwirbel abgehenden Muskelbündel gehen unmittelbar in die Muskelplatte des Zwerchfells über. Anders die starken Bündel, welche vom 3. und 4. Lendenwirbel ausgehen. Sie bilden – in Form etwa einer 8 – zwei Kreuzungen. Die erste Kreuzung liegt vor dem ersten Lendenwirbel und bildet einen dreieckigen Schlitz, den Aortenschlitz zum Durchtritt der großen Hauptschlagader (Aorta) aus der Brust in die Bauchhöhle. Außerdem geht durch diese Öffnung neben der großen Bauchschlagader der Milchbrustgang, welcher den Inhalt der Sauggefäße des Verdauungskanals hinaufführt und in der Schlüsselbeingegend in das Blutgefäßsystem ergießt. Die zweite Kreuzung bildet das Loch für den Durchtritt der Speiseröhre in die Bauchhöhle.

Aortenschlitz.

Loch für die Speiseröhre.

b) Der Rippenteil entspringt von dem Schwertfortsatz des Brustbeins, den 6 oder 7 unteren Rippen und zwei sehnigen Bögen, welche die Bäuche der Lendenmuskeln rechts und links überbrücken.

2. Der sehnige Teil. Der sehnige Teil des Muskels, eine weiße sehnige Haut, bildet die Mitte des Zwerchfells und hat kleeblattförmige Gestalt. Im rechten Lappen dieses Kleeblattes, dicht vor der Wirbelsäule, befindet sich das viereckige Loch für die untere Hohlvene, welche das Blutaderblut der unteren Körperhälfte dem Herzen zuführt. –

Viereckiges Loch für die untere Hohlvene.

Das Zwerchfell ist also durchbohrt von drei Öffnungen: 1. für die Speiseröhre; 2. für die Schlagader und 3. für die Blutader der Bauchorgane und unteren Gliedmaßen.

Auf dem Zwerchfell liegen die Lungen und das Herz. Der Herzbeutel ist mit dem sehnigen Teil des Zwerchfells verwachsen.

Unter dem Zwerchfell liegt rechts die Leber — der Größe dieses Organs entsprechend ist die Kuppel des Zwerchfells rechts höher gewölbt — und links der Magen und die Milz. —

Bewegung des Zwerchfells bei Ein- und Ausatmung.

Ziehen sich die Muskelfasern des Zwerchfells zusammen, so verflacht sich die Kuppel des Zwerchfells, und das sehnige Zentrum geht — vorzugsweise mit seiner hinteren Gegend — nach abwärts.

Das abwärts steigende Zwerchfell drückt auf die unterliegenden Baucheingeweide, und nützt dadurch der Fortbewegung des Darminhalts, sowie der Tätigkeit der Darmdrüsen. Die abwärts gedrückten Eingeweide drängen gegen die allein nachgiebige vordere Bauchwand und wölben diese vor. Dies ist die Bewegung bei der Einatmung (Fig. 285).

Bei der Ausatmung (Fig. 286) schiebt der Druck der gespannten Bauchmuskeln die Eingeweide in die Höhe und drängt das erschlaffte Zwerchfell nach oben.

Die Eingeweide sind also beim Atmen in hin- und hergehender Bewegung.

I II

Fig. 285 u. 286. Zwerchfell bei Einatmung (I) und Ausatmung (II). Zw Zwerchfell; L Lungenraum; l Luftröhre; Br Brustbein; S Schlüsselbein; B Bauchhöhle.

Ist während der Bauchmuskelwirkung die Stimmritze geschlossen, so kann die Lungenluft nicht entweichen, das Zwerchfell nicht in die Höhe steigen, die Eingeweide können ihre Lage nicht ändern. Sie werden zusammengedrückt: es tritt die oben beschriebene Bauchpressung ein.

Die obere Fläche des Zwerchfells ist bekleidet mit Brust-, die untere mit Bauchfell. Je nach dem Stande des Zwerchfells bei der Ein- und Ausatmung dringen Verletzungen des Zwerchfells (Stich, Schuß) entweder in die Brust- oder in die Bauchhöhle.

Das Zwerchfell ist der mächtigste und unausgesetzt tätige Muskel für die gewöhnliche Atmung. Dadurch, daß bei der Zusammenziehung seine Wölbung sich senkt, seine Kuppel sich verflacht, wird der Brustraum größer; und da ein leerer Raum über dem gesenkten Zwerchfell nicht bestehen kann, so folgt die Lunge durch den äußeren Luftdruck der Bewegung, und erweitert sich in ihren umfangreichen unteren Abschnitten. Zwerchfell und Zwischenrippenmuskeln werden als die eigentlichen Atemmuskeln im Gegensatz zu den Hilfsatemmuskeln bezeichnet.

Die Arbeit des Zwerchfells geht für gewöhnlich rein automatisch, ohne Willenseinwirkung vor sich. Ebenso regelt sich je nach dem Atembedürfnis von selbst, also unwillkürlich, die stärkere oder geringere Arbeit des Muskels. Reicht die Mehrarbeit des Zwerchfells (und der Zwischenrippenmuskeln) nicht hin, um dem Atembedürfnis zu genügen, so treten die Hilfsmuskeln der Atmung mit in Tätigkeit.

§ 116. Übersicht über die bei der Ein- und Ausatmung tätigen Kräfte.

Die bei Aus- und Einatmung tätigen Kräfte.

A. Gewöhnliches Atmen.

Einatmung:			Ausatmung:	
Oberer Lungenabschnitt (Brustatmen):	Zwischenrippenmuskeln	Eigentliche Atemmuskeln	1. Zug der Lungen (Elastizität der Lunge; glatte Muskeln der Luftröhre)	2. Elastizität der Rippenknorpel. 3. Schwere des Brustkorbs beim Gehen, Stehen, Sitzen. 4. Elastizität der Bauchdecken. 5. Schwere der Eingeweide beim Liegen.
Unterer Lungenabschnitt (Bauchatmen):	Zwerchfell			

B. Verstärktes Atmen.

Eintreten der Hilfskräfte, zu den obengenannten hinzukommend.

Einatmung:	Ausatmung:
1. Erweiterung des Bauchraums durch Rippenhebung: Rippenhalter, Kopfnicker } bei fixiertem Kopf Hinterer oberer Sägemuskel Schlüsselbeinmuskel 2. Entlastung des Schultergürtels: Trapezmuskel (Schlüsselbeinportion) Heben des Schulterblatts	Dreiwinkliger Muskel. Hinterer unterer Sägemuskel Viereckiger Lendenmuskel

Dazu kommen bei:

C. Angestrengtestem Atmen.

3. Großer Sägemuskel Großer, Kleiner } Brustmuskel	bei Fixieren ihrer Ursprungsstellen durch Aufstützen der Arme.	Sämtliche Bauchmuskeln.

Aus dieser Übersicht geht hervor, daß für gewöhnlich bei ruhigem Atmen nur die Einatmung durch Muskelkräfte bewirkt wird, während die Ausatmung der Lunge passiv durch deren elastische Kräfte usw. ohne Tätigkeit quergestreifter Muskeln erfolgt.

§ 117. Die Muskeln der Schulter (Fig. 261, 265 u. a.).

Muskeln der Schulter.

Von den Muskeln, die zum Schulterblatt gehen, ist ein Teil — nämlich Trapez-, Rauten-, großer Säge- und kleiner Brustmuskel — bereits oben abgehandelt; von den zum Arm gehenden Muskeln der große Brust- und der breite Rückenmuskel. —

Der Deltamuskel.

1. Der **Deltamuskel**, dessen Umriß einem umgekehrten griechischen Δ gleicht, deckt den kugeligen Vorsprung des Schultergelenks, und trägt somit zur runden, gewölbten Form der Schulter bei. Seine Fleischmasse ist aus vielen Muskelbündeln verflochten, die in einer ganz kurzen starken Endsehne zusammenlaufen.

Fig. 287. Oberarm und Schulterblatt: Hintere Fläche.

Ursprung: a) Schlüsselbeinportion: vom Schulterende des Schlüsselbeins;
b) mittlere oder Schulterhöheportion von der Schulterhöhe;
c) hintere oder Schulterblattportion von der Schulterblattgräte.

Ansatz: Rauhigkeit in der Mitte des Oberarmknochens.

Wirkung: Der Deltamuskel ist Heber des Arms bis zur wagerechten Haltung in allen Stellungen. Die weitere Hebung bis zur senkrechten Hochhebhalte wird nicht mehr vom Deltamuskel bewirkt, sondern es müssen der große Säge-

muskel und die mittlere Portion des Trapezmuskels mit eintreten, um das Schulterblatt so zu drehen, und zwar um eine durch den oberen inneren Schulterblattwinkel gelegte Achse, daß der untere Schulterblattwinkel nach außen zur Achselhöhe, der bereits zur Horizontalen gehobene Oberarm aber, als wäre er ein Ganzes mit dem Schulterblatt sowie dem Schlüsselbein, nach oben sich bewegt (Fig. 137).

Wenn der Arm so über die Horizontale hinaus gehoben ist, dann trägt die hintere Portion des Muskels nicht nur nichts mehr zur Hebung des Armes bei, sondern kommt im Gegenteil in eine Lage, daß sie, allein sich zusammenziehend, den Arm abwärts zu senken vermag. Es kann mithin derselbe Muskel den Arm heben und in einer gewissen Stellung auch senken. —

Die nächstfolgenden drei Schultermuskeln haben das Gemeinsame, daß sie am großen Oberarmhöcker Ansatz finden und den Arm nach außen zu rollen oder zu drehen imstande sind.

Es sind dies:

Obergrätenmuskel.

2. Der Obergrätenmuskel (Fig. 287).
Ursprung: Obergrätengrube des Schulterblatts.
Ansatz: Großer Oberarmhöcker.
Wirkung: Heber des Armes, den Deltamuskel unterstützend; Außenroller des Arms.

Untergrätenmuskel.

3. Der Untergrätenmuskel.
Ursprung: Untergrätengrube des Schulterblatts.
Ansatz: Großer Oberarmhöcker.
Wirkung: Niederzieher des gehobenen Arms; Außenroller des Arms.

Kleiner rundlicher Schulterblattmuskel.

4. Der kleine rundliche Schulterblattmuskel.
Ursprung: Oberer Teil des äußeren Schulterblattrandes.
Ansatz: Zusammen mit dem Untergrätenmuskel am großen Oberarmhöcker.
Wirkung: Dieselben wie die des vorigen: Niederzieher des erhobenen Arms und Außenroller.

Die beiden folgenden Muskeln haben in bezug auf die Drehung des Arms die entgegengesetzte Wirkung wie die vorigen: sie sind Einwärtsroller oder Einwärtsdreher des Armes und haben ihren Ansatz am kleinen Oberarmhöcker.

Großer rundlicher Schulterblattmuskel.

5. Der große rundliche Schulterblattmuskel (Fig. 293).
Ursprung: Unterer Teil des äußern Schulterblattrandes.
Ansatz: Kleiner Oberarmhöcker gemeinsam mit der Sehne des breitesten Rückenmuskels.
Wirkung: Zum Teil die gleiche wie die des breiten Rückenmuskels, nämlich Niederzieher des erhobenen Arms; außerdem Einwärtsroller.

Unterschulterblattmuskel.

6. Der Unterschulterblattmuskel.
Ursprung: Vorderfläche des Schulterblatts. Der Muskel liegt also versteckt zwischen Schulterblatt und Brustkorb.
Ansatz: Kleiner Oberarmhöcker.
Wirkung: Einwärtsroller des Armes.

§ 118. Die Oberarmmuskeln (Fig. 288).

Oberarmmuskeln.

Übersicht der Längsmuskeln des Oberarms.

1. Muskeln, welche am Oberarm selbst entspringen: Innerer Oberarmbeuger; zweiter und dritter Kopf des dreiköpfigen Oberarmstreckers.
2. Muskeln, welche am Oberarm enden: Rabenarmmuskel (abgesehen von den früher beschriebenen: großer Brustmuskel; breiter Rückenmuskel;

Fig. 288. Muskeln des Arms von der Speichseite gesehen. Der Deltamuskel nur angedeutet; der Arm ist mit dem Schulterblatt vom Rumpf abgelöst, um die Muskeln der Vorderfläche des Schulterblatts zu zeigen.

Deltamuskel; Ober- und Untergrätenmuskel; kleiner und großer rundlicher Muskel; Unterschulterblattmuskel).

Fig. 289. Tiefe Oberarmmuskeln nach Entfernung des zweiköpfigen Beugers, des Delta- und großen Brustmuskels.

3. Muskeln, welche über den Oberarm weg zum Unterarm laufen: zweiköpfiger Armbeuger; erster oder langer Kopf des dreiköpfigen Armstreckers.

1. Der zweiköpfige Armbeuger (Biceps).

Zweiköpfiger Armbeuger.

Ursprung des Muskels mit zwei Köpfen:

1. Ein kurzer Kopf vom Rabenschnabelfortsatz.
2. Ein langer Kopf vom oberen Rand der Gelenkfläche des Schulterblattes.

   Die Sehne des langen Kopfes liegt also erst im Schultergelenk und tritt dann durch eine Öffnung in der Gelenkkapsel in die Rinne zwischen den beiden Oberarmhöckern.

Die beiden Köpfe vereinen sich zu einem starken Muskelbauch an der Vorderseite des Oberarmes. Der innere Rand des Muskels bildet eine tiefe Furche, in welcher die Blutgefäße und Nerven des Armes verlaufen.

Ansatz: Rauhigkeit der Speiche unter dem Köpfchen der Speiche. Außerdem geht ein Streifen der Ansatzsehne des Muskels über in die häutige Scheide der Unterarmmuskeln.

Wirkung: Der zweiköpfige Armbeuger dreht die einwärts gedrehte Speiche nebst Hand nach auswärts; beugt den Oberarm. – Der Bauch des Muskels nimmt an kraftvollem Arm bei starker Zusammenziehung eine kugelige Form an und wird ungemein fest und hart. Da der Muskel bei zahlreichen Gerätübungen — beim Beugen des Arms im Hang mit Untergriff z. B. trägt er fast allein zusammen mit dem Armspeichenmuskel das gesamte Körpergewicht — zu Höchstleistungen veranlaßt wird, so ist er bei guten Gerätturnern stets außerordentlich entwickelt.

Rabenarmmuskel.

2. Der Rabenarmmuskel.

Ursprung: Rabenschnabelfortsatz des Schulterblatts.

Ansatz: Mitte des Oberarms, und zwar an der Leiste des kleinen Oberarmhöckers.

Wirkung: Zieht den Arm nach innen und vorn.

Innerer Armbeuger.

3. Der innere Armbeuger (Fig. 294).

Ursprung: Der Muskel entspringt in der Tiefe unter dem zweiköpfigen Armbeuger.

Ansatz: Die Ellbogengelenkkapsel bedeckend am Kronenfortsatz der Elle.

Wirkung: Beuger des Arms (wie der Biceps). – Er beugt allein den Arm, wenn die Hand einwärts gedreht und dadurch der zweiköpfige Beuger entspannt ist. Wenn man den Arm mit dem Daumen nach außen — Speichhaltung — stark beugt, und nun den Daumen nach einwärts – zur Ellenhaltung – führt, so fühlt die aufgelegte Hand deutlich, wie der vorher fest zusammengezogene zweiköpfige Muskel sich entspannt und weicher wird. An seiner Stelle ist es der innere Armbeuger, welcher die Beugung des Arms fortsetzt. Der Muskel trägt also hauptsächlich das Körpergewicht im Hang wie Aufgriff.

Dreiköpfiger Strecker.

4. An der Hinterfläche des Oberarms: der dreiköpfige Strecker des Arms.

Ursprung: Der lange Kopf entspringt am äußeren Schulterblattrand unter der Gelenkgrube.

Der zweite und dritte Kopf entspringen am Oberarm; und zwar der zweite oder mittlere Kopf an der Außen-, der dritte oder kurze Kopf an der Innenseite des Oberarmknochens.

Die drei Köpfe des Muskels verschmelzen zu einem dicken kräftigen Muskelbauch.

Ansatz: Mit platter starker Sehne, welche weit den Muskel hinaufreicht, am Hakenfortsatz der Elle.

Wirkung: Strecker des Oberarms gegen den Unterarm.

Kurzer Ellbogenhöcker-Muskel.

5. Zum dreiköpfigen Strecker ist seiner Wirkung nach gehörig der kurze Ellbogenhöcker-Muskel, vom äußern Ellbogenknorren zur Außenfläche des obern Drittels der Elle ziehend.

§ 119. Die Muskeln des Vorderarms und der Hand (Fig. 290).

Muskeln des Vorderarms.

Die mannigfachen Bewegungen der Hand und der Finger bedingen am Vorderarm einen außerordentlich reichen und verwickelten Apparat von Muskeln.

Die Beuger liegen an der Innenseite des Unterarms, und entspringen vorzugsweise vom innern Oberarmknorren.

Die Strecker liegen an der Außenseite des Unterarms, und entspringen vorzugsweise vom äußern Oberarmknorren.

Betrachten wir die Muskeln des Vorderarms nach ihrer Wirkung, so ordnen sie sich in folgender Weise:

Drehung der Speiche.

I. Drehung der Speiche oder Aus- und Einwärtswendung der Hand.

Die hierhergehörigen oberflächlichen Muskeln begrenzen zusammen mit dem Arm-Speichenmuskel die dreieckige Vertiefung der Ellenbeuge am Arm.

Es liegen an der Innenseite (Ellenseite):

a) Der rundliche Einwärtswender. Geht vom innern Oberarmknorren zur Mitte der innern Speichenfläche. *(Rundlicher Einwärtswender.)*

b) In der Tiefe: der viereckige Einwärtswender; geht quer von der Elle zur Speiche. *(Viereckiger Einwärtswender.)*

Es liegen an der Außenseite:

c) Der (kurze) Auswärtswender. Geht vom äußern Oberarmknorren zur Speiche, welche er bei der Einwärtswendung umwickelt. *(Kurzer Auswärtswender.)*

d) Der lange Auswärtswender oder richtiger der Arm-Speichenmuskel. Geht vom äußeren Oberarmknorren zum griffelförmigen Fortsatz der Speiche. Der Muskel ist Beuger des Vorderarms und nur nach sehr starker Einwärtswendung auch im geringen Grade als Auswärtswender tätig. — Bei festgelegtem Unterarm — z. B. im Streckhang — hilft er den Oberarm zum Unterarm beugen. *(Arm-Speichenmuskel.)*

Beuger und Strecker der Hand.

II. Beugung und Streckung der Hand.

Wir unterscheiden vier Biegungsarten der Hand:

1. Biegung nach der Hohlhand oder Beugung (65°). 2. Biegung nach dem Handrücken oder Streckung (60°)	Die Begleitbewegungen, welche Biegung nach der Elle und nach der Speiche bewirken, heben sich dabei gegenseitig auf.
3. Biegung nach der Elle (30°). 4. Biegung nach der Speiche (20°).	Die Begleitbewegungen, welche Biegung nach der Hohlhand und nach dem Handrücken bewirken, heben sich dabei gegenseitig auf.

Die Hohlhandbieger liegen an der innern Seite und kommen vom innern Oberarmknorren.

Die Handrückenbieger (oder Strecker) liegen an der äußern Seite und kommen vom äußern Oberarmknorren.

Die betreffenden Muskeln sind:

1. Der Speichen-Handbeuger oder innerer Speichenmuskel. *(Speichen-Handbeuger.)*	Ursprung: Innerer Knorren des Oberarms.	Ansatz von 1: Mittelhandknochen des Zeigefingers.
2. Der Ellen-Handbeuger oder innerer Ellenmuskel. *(Ellen-Handbeuger.)*		Ansatz von 2: Mittelhandknochen des Kleinfingers und Erbsenbein.

Fig. 290. Muskeln der Innenseite des Unterarms.

3. Der Speichen-Handstrecker oder äußerer Speichenmuskel.	Ursprung: Äußerer Oberarm-knorren.	Ansatz von 3: Mittelhand-knochen des Zeigefingers.
4. Der Ellen-Handstrecker oder äußerer Ellenmuskel.		Ansatz von 4: Mittelhand-knochen des Kleinfingers.

Speichen-Handstrecker.

Ellen-Handstrecker.

Zusammenziehung von (Fig. 291)

1 + 2 bewirkt: Biegung nach der Hohlhand (Beugung);

3 + 4 bewirkt: Biegung nach dem Handrücken (Streckung);

1 + 3 bewirkt: Biegung nach dem Daumen oder der Speiche;

2 + 4 bewirkt: Biegung nach dem Kleinfinger oder der Elle.

Fig. 291.

III. Bewegung der Finger.

Fingermuskeln.

Die Fingermuskeln zerfallen ihrer Wirkung nach in:

1. Beuger für { a) den zweiten bis fünften Finger, b) den Daumen.

2. Strecker für { a) den zweiten bis fünften Finger, b) den Daumen.

3. Anzieher und Abzieher (Spreizer) { a) der Finger, b) des Daumens.

4. Gegensteller { a) des Daumens zu den Mittelhandknochen, b) des Kleinfingers zu den Mittelhandknochen.

Sie zerfallen ferner in:

1. lange Fingermuskeln, die mit ihren Fleischbäuchen im Vorderarm liegen.
2. kurze Fingermuskeln, die mit ihren Fleischbäuchen in der Hand liegen (Fig. 292).

A. Beuger der Finger und des Daumens.

Beuger der Finger und des Daumens.

1. Lange Beuger sind zwei vorhanden: zwei gemeinschaftliche Fingerbeuger für den zweiten bis fünften Finger, an der Innenfläche des Vorderarms aufeinandergeschichtet; ein langer Beuger des Daumens.

Oberflächlicher und tiefer gemeinschaftlicher Fingerbeuger.

Die beiden gemeinschaftlichen Fingerbeuger, der oberflächliche und der tiefe, bilden die tiefe Lage des Vorderarmfleisches. Sie erscheinen vor dem Handgelenk mit ihren Sehnen an der Oberfläche zwischen dem Ellen- und dem Speichen-Handbeuger, teilweise bedeckt durch den dünnen langen Hohlhandmuskel (entspringt vom innern Knorren und spannt das quere Handband). Die acht Sehnen der beiden Muskeln werden unter dem queren Handband zusammengehalten. Dort ordnen sie sich zu je zwei übereinander und treten in einer an das Handskelett angewachsenen Scheide zu den Köpfchen der Mittelhandknochen. Hier spaltet sich die Sehne des oberflächlichen Beugers und setzt sich mit zwei Zipfeln an das zweite Fingerglied. Die Sehne des tiefen Beugers aber tritt zwischen den beiden Zipfeln des oberflächlichen hindurch, die überliegende Sehne gewissermaßen durchbohrend, und setzt sich am dritten, dem Endgliede, an (Fig. 293). Besondere Bänder, quere,

schiefe und gekreuzte, halten die Sehnen gegen die Gliedknochen und Gelenke der Finger angepreßt.

Fig. 292. Sehnen und Muskeln der Handfläche. Am Zeige- und Mittelfinger die umhüllenden Bänder entfernt.

Langer Daumenbeuger.

Neben dem Fingerbeuger geht der lange Daumenbeuger zum Endglied des Daumens.

2. Kurze Beuger. Solche sind für den zweiten bis fünften Finger die vier

Fig. 293. Sehnen am Finger.

spulförmigen Regenwurm- oder Spulmuskeln. Sie verlaufen zu den speichwärts gelegenen Rändern je des ersten Gliedes des zweiten bis fünften Fingers.

Spulmuskeln

Für den Daumen ist vorhanden der vom Handgelenk entspringende kurze Daumenbeuger.

Kurzer Daumenbeuger.

B. Strecker der Finger und des Daumens (Fig. 294).

Strecker der Finger und des Daumens.

Oberflächlich gelegen:

1. Der gemeinschaftliche Fingerstrecker.

Gemeinschaftlicher Fingerstrecker.

Ursprung: Äußerer Knorren.

Ansatz: Mit vier bandförmigen Sehnen zum zweiten Glied des zweiten bis fünften Fingers. – Die Sehnen des Streckmuskels sind auf dem Handrücken, mit Ausnahme meist der Sehne des Zeigefingers, durch sehnige Brücken miteinander verbunden; so die Sehne des Ringfingers mit der des dritten und des Kleinfingers. Daher ist es bei geballter Faust nicht möglich, den Ringfinger allein zu strecken.

2. Der besondere Strecker des Kleinfingers.

Strecker des Kleinfingers.

In der Tiefe gelegen: Ursprung von der Elle.
- 3. Der besondere Zeigefingerstrecker (Anzeiger).
- 4. Der lange Daumenstrecker. Seine Sehne springt an der Handwurzel stark vor.
- 5. Der kurze Daumenstrecker.

Strecker des Zeigefingers.

Langer und kurzer Daumenstrecker.

C. An- und Abzieher der Finger.

An- und Abzieher der Finger.

1. Der lange Daumenabzieher (von der Elle entspringend). Seine Sehne zwischen Speiche und Daumen bildet den vorderen Rand der Hand.

Langer Daumenabzieher.

2. Die sieben Zwischenknochenmuskeln – zwischen den Mittelhandknochen. Der stärkste ist am Zeigefinger, durch die Haut sicht- und fühlbar.

Sieben Zwischenknochenmuskeln.

3. Der Abzieher des Kleinfingers am Erbsenbein entspringend.

Abzieher des Kleinfingers.

Anzieher: 4. der lange, 5. der kurze – Anzieher des Daumens

6., 7. der Gegensteller des Daumens / Kleinfingers.

Anzieher und Gegensteller des Daumens und Kleinfingers.

Diese Muskeln liegen im Daumen- und im Kleinfingerballen. –

Die Biegungen der Hand und die Biegungen der Finger schränken sich gegenseitig ein. Die stärkste Biegung der Hand nach der Hohlhand ist nur möglich bei gestreckten Fingern (Klaps mit der flachen Hand aus dem Handgelenk). Die Faust wird am kräftigsten geballt bei Streckung der Hand oder Biegung nach dem Handrücken.

Spannung oder Ausholen versetzt die Muskeln, wie schon früher ausgeführt, in die günstigste Lage für eine rasche und ausgiebige Kraftleistung. Will einer kraftvoll zugreifen, eine Fingerbeugung mit Kraft ausführen, so stellt er sein Handgelenk erst in Biegung nach dem Handrücken – Greifbewegung, z. B. um in den Hang am Reck zu kommen.

Greifbewegung.

Beim Tasten und Befühlen dagegen, wo ganz leichte, feine Bewegung erforderlich, wird umgekehrt die Hand nach der Hohlhand gebeugt – Tastbewegung.

Tastbewegung.

Der Klavierspieler spielt mit abwärts gesenkter Hand piano, aus im Handgelenk aufwärts gebogener forte.

Umgekehrt, wenn eine Streckbewegung der Hand kräftig sein soll (Abwehr-

Abwehrbewegung.

bewegung der Hand), wird die Hand zum Ausholen erst nach der Hohlhand gebeugt, weil die nach dem Rücken gebogene Handstellung die Fingerstrecker lahm legt.

Innerer Armbeuger
Zweiköpfiger Beuger
Dreiköpfiger Strecker
Arm-Speichen-Muskel
Ellbogenhöcker-Muskel
Langer Speichen-Handstrecker
Kurzer Speichen-Handstrecker
Gemeinsamer Fingerstrecker
Ellen-Handstrecker
Langer Abzieher des Daumens
Kurzer } Strecker des Daumens
Langer }
Eigener Strecker des Kleinfingers
Besonderer Strecker des Zeigefingers
Knöchel der Elle
1. } Handwurzelreihe
2. }
Queres Handrückenband
Besonderer Strecker des Zeigefingers
Abzieher der Finger
Anzieher des Daumens
Sehnige Brücken der Strecksehnen
Anzieher der Finger

Fig. 294. Muskeln der Außenfläche (Streckseite) des Unterarms.

§ 120. Die Muskeln am Becken und Bein.

Muskeln am Becken und Bein.

Die Entwicklung der Formen der Muskeln am Becken und Bein ist beim Menschen bedingt durch den aufrechten Gang. Nicht die bloßen Beinbewegungen sind es, welche eine so starke Muskulatur verlangen, wie es die um Oberschenkel und Hüften ist, sondern es kommt hinzu die Tragung und Gleichgewichtserhaltung des Beckens mit dem Rumpfe auf den Schenkelköpfen. Namentlich ist dem Menschen allein eigen die starke Entwicklung des Gesäßes (Les fesses n'appartiennent qu'à l'espèce humaine. Buffon). Die mächtige Entwicklung der Muskeln um Becken und Oberschenkel verhüllt fast vollständig die starken Knochen dieser Gegend. Fühlbar sind vom Becken nur der Kamm des Darmbeins, im zusammengekauerten Zustand auch die Sitzknorren. Vom Oberschenkelknochen ist es allein der große Rollhügel, welcher an die Oberfläche tritt, am Seitenkontur der Hüftgegend sich bemerkbar macht, und deutlich durch die Haut hindurch fühlbar ist.

Die Haut der Schenkel, an der Leistengegend sowie in der Kniekehle besonders dünn und weich, wird auf dem Gesäß sehr derb, namentlich aber hart und rauh (schwielig) auf und unterhalb der Kniescheibe, sowie an der Fußsohle.

Bein und Arm.

Die Bewegungen der Beine sind, verglichen mit denen der Arme, weniger ausgiebig und verwickelt. Der Arm zeigt die besondere Mechanik des Schulterblatts; die Drehung der Speiche um die Elle; die freie Bewegung des Daumens; die vielseitige Beweglichkeit der Hand und der Finger. Beim Bein sind alle diese Verhältnisse weit einfacher: der Beckengürtel ist fest; die Dreh- oder Rollbewegungen sind geringfügig; die Zehenglieder sind kürzer und weniger beweglich als die Fingerglieder; der Großzeh kann keine Gegenbewegung ausführen.

§ 121. Muskeln, welche die Beine im Hüftgelenk bewegen.

Die im Hüftgelenk möglichen Bewegungen sind:

Bewegungen im Hüftgelenk.

1. Beugung und Streckung bis zu anderthalb rechtem Winkel (135°). Ganz auszunutzen ist dieser Spielraum nur bei gebeugtem Knie. Bei gestrecktem Knie hemmen die gespannten Beugemuskeln an der Hinterseite des Schenkels die stärkere Beugung im Hüftgelenk.

Die Überstreckung findet ihre Grenze in der Spannung des Bertinischen Bandes.

2. Anziehung: Annähern der gespreizten oder gegrätschten Beine zueinander, bis zum Zusammenklemmen der Schenkel, oder Vorbeiführen voreinander zur Kreuzung und

Abziehung: Entfernen der Beine voneinander, Spreizen oder Grätschen.

Der Spielraum dieser Bewegungen ist ein guter rechter Winkel; voll zu erreichen ist er aber nur in der halbgebeugten Stellung beim Sitzen (Übereinanderschlagen der Beine).

3. Rollbewegung: annähernd im rechten Winkel ausführbar.

Die äußersten Grenzen dieser Bewegung nach aus- wie nach einwärts führen zur turnerisch sogenannten Zwangsstellung der Füße. Daß diese über den rechten Winkel in der Stellung der Fußachsen zueinander hinausgehen kann, liegt am Hinzukommen der geringen Bewegungsmöglichkeit des Aus- und Einwärtsführens des Fußes.

Fig. 295. Muskeln des Oberſchenkels von vorne geſehen.

A. Beugemuskeln.

Lenden-Hüftbein-Muskel.

Lenden-Hüftbein-Muskel (Ilio-psoas) (Fig. 295).

1. Der Lendenmuskel
Ursprung: Seitenfläche und Querfortsätze des 12. Brustwirbels und aller Lendenwirbel.
2. Der Darmbein- oder Hüftbeinmuskel
Ursprung: Innere Fläche der Darmbeinschaufel.

Ansatz: als Lendenhüftbeinmuskel vereint unter dem Poupartischen Bande hervorkommend am kleinen Rollhügel.

Wirkung des Muskels: Beugen des Schenkels zum Rumpf, d. h. Heben des Schenkels — oder umgekehrt, bei festgestelltem Bein: Beugen des Rumpfes gegen den Schenkel.

In letzterer Beziehung arbeitet der Muskel gleichsinnig mit den Bauchmuskeln. Verschiedene Übungen, welche als hervorragend wirksam zur Kräftigung der Bauchmuskeln beschrieben und angewendet werden, nehmen weit mehr als die Bauchmuskeln den Lenden-Hüftbeinmuskel in Anspruch.

Die Beugung des Schenkels gegen den Rumpf beim Steigen, Laufen, Gehen usw. wird vorzugsweise durch den Lenden-Hüftbeinmuskel bewirkt. Er besitzt mithin für diese Leibesübungen eine besondere Bedeutung.

Der Lenden-Hüftbeinmuskel ist indes nicht nur Beuger, sondern gemäß seiner Faserrichtung und seinem Ansatz am kleinen Rollhügel auch Auswärtsroller des Schenkels.

Spanner der Schenkelbinde.

3. Der Spanner der Schenkelbinde. Er entspringt vom vorderen oberen Darmsteinstachel, und geht von dem großen Rollhügel herab zu der starken, die Schenkelmuskeln umhüllenden Haut, der Schenkelbinde. Der Muskel spannt aber nicht nur diese straffe Binde, sondern sein Zug bewirkt auch Beugung des Schenkels gegen das Becken oder umgekehrt des Beckens gegen den Schenkel. Zweifellos ist ferner nach seiner Faserrichtung der Muskel Einwärtsroller des Schenkels (Fig. 296).

Wirkt er zusammen mit dem Lenden-Hüftbeinmuskel, was zum Vorsetzen des Beins beim Gehen usw. der Fall ist, so verstärkt er einmal die Beugetätigkeit dieses mächtigen Muskels, sodann aber hebt er durch seine Wirkung als Einwärtsroller die Nebenwirkung des Lenden-Hüftbeinmuskels als Auswärtsroller auf, so daß die volle Kraft beider Muskeln lediglich Bewegung bewirkt.

B. Der Streckmuskel des Hüftgelenks.

Streckmuskel des Hüftgelenks.

4. Der große Gesäßmuskel. Das Gesäß wird überdeckt von dem zolldicken, grobfaserigen und mächtigen großen Gesäßmuskel. Er ist überzogen mit derber Haut und einer starken Fettschicht, daher die Haut des Gesäßes bei dickeren Menschen nicht faltbar ist. Bei den Weibern einzelner wilder Völkerschaften, so bei den Buschweibern, kann sich diese Fettmasse zu ungeheuerlicher Menge ansammeln und entsprechende Formentwicklung verursachen, welche über die Entwicklung einer Venus Kallipygos weit hinausgeht. Künstlich suchte eine Zeitlang die Modetracht europäischer Damen durch den cul de Paris solche monströse Gesäßentwicklung vorzutäuschen. — Das Fettpolster des Gesäßes hat diese Gegend als die geeignetste, weil ungefährlichste Körperstelle für körperliche Züchtigung beliebt gemacht. —

Beim aufrechten Stehen deckt der große Gesäßmuskel die Sitzknorren. Beim Sitzen dagegen gleitet der Muskel von den Knorren ab. Über dem Sitzknorren liegt jedoch zur Verhinderung des Druckes ein starkes Fettpolster — „wir sitzen auf

Großer Rollhügel

Spanner der breiten Schenkelbinde

Großer Gesäß-muskel

Gruppe der Strecker

Gruppe der Beuger

Kniescheibe

Köpfchen des Wadenbeins

Fig. 296. Die breite Schenkelbinde von außen gesehen.

dem Fett des Gesäßes wie auf einem Luftpolster, stehen auf unsern Fußsohlen wie auf einer Matratze, und greifen mit den Händen wie mit einem dicken Handschuh" (Hyrtl).

Beim Sitzen auf ebener harter Unterlage ruht der Körper auf drei Punkten: den Sitzknorren und der Steißbeinspitze. Beim Sitzen auf weichem Polster teilt sich der Druck auch den Gesäßmuskeln mit und bewirkt Blutstockung in der gesamten Gesäßgegend. Leute, welche viele und anhaltende Arbeit im Sitzen verrichten, setzen sich daher nie in weiche Polster, sondern auf einen harten Schreibstuhl oder Bock.

Der große Gesäßmuskel ist der mächtigste Muskel der Hüftgegend. Seine Tätigkeit ist wesentlich für den aufrechten festen Stand sowie für bestimmte natürliche Bewegungen wie Marsch, Lauf u. dgl.; in seiner Wirkung ist er der Antagonist oder der gegensinnig wirkende Muskel des Lenden-Hüftbeinmuskels.

Ursprung: Hinteres Ende des Darmbeinkamms; Kreuz- und Steißbein. Von hier laufen die dicken Bündel des Muskels schräg nach unten und außen.

Ansatz: Die obersten Bündel des Muskels enden in einer breiten Schenkelbinde; die Hauptmasse des Muskels geht zum Oberschenkel unterhalb des großen Rollhügels.

Wirkung: Die große Gesäßmuskel ist ein kräftiger Strecker des Schenkels gegen das Becken — oder, und zwar ist diese Tätigkeit die ganz vorwiegende, ein kräftiger Strecker und Halter des Rumpfes bei fixiertem Bein. Das Bertinische Band setzt dem Spielraum der Streckbewegung eine Grenze. Neben seiner Strecktätigkeit ist der Muskel auch in leichterem Grade Auswärtsroller des Schenkels.

C. Die Anzieher des Schenkels.

Anzieher des Schenkels.

Eine Gruppe von mächtigen Muskeln an der Innenseite des Schenkels:

der große, der lange, der kurze } Anzieher;
der Schambein- oder Kamm-Muskel;
der schlanke Muskel (Fig. 297).

Großer, langer und kurzer Anzieher.

5., 6. und 7. Die drei Anzieher an der inneren Seite des Oberschenkels bilden die innere fleischige Scheidewand zwischen den vorderen und hinteren Muskeln des Schenkels. Der große Anzieher ist der mächtigste Muskel der Gruppe und begrenzt den Schenkel nach innen.

Ursprung: Schambein, Sitzbein und Sitzknorren.

Ansatz: Hintere innere Kante des Oberschenkelknochens; der große An- oder Zuzieher reicht bis zum Knorren des Oberschenkels herab.

Wirkung: Kräftige Zuziehung der Schenkel (custos virginum). Diese Tätigkeit der Anzieher kommt wesentlich und unausgesetzt zur Anwendung beim Reiten zum Schenkelschluß um den Leib des Pferdes. Dabei kommt dem Reiter besonders zugute, daß der untere Abschnitt des großen Anziehers dem Schenkel gleichzeitig eine Rollbewegung nach innen verleiht, wodurch die Ferse des Fußes geradeaus nach hinten, und nicht nach innen sieht, wie es bei der gewöhnlichen Drehung der Fußspitze nach außen der Fall wäre. Für den Reiter ist dadurch die Gefahr vermindert, unwillkürlich mit den Sporen den Bauch des Pferdes zu berühren. — Vereint mit der Zusammenziehung des vierköpfigen Streckers an der Vorderseite des Schenkels bewirken die Anzieher das Überschlagen des einen Beins über das andere.

Kamm-Muskel.

8. Der Schambein- oder Kamm-Muskel. Entspringt am oberen Rande des Schambeins und geht neben dem Lenden-Hüftbeinmuskel unter dem Poupartischen Bande hervor zum Oberschenkelknochen.

Fig. 297. Muskeln des Oberschenkels (der lange Kopf des vierköpfigen Schenkelstreckers entfernt).
m. Gm und kl. Gm Mittlerer und kleiner Gesäßmuskel (am Ursprung und Ansatz durchgeschnitten); Dk Darmbeinkamm; voDst vorderer oberer Darmbeinstachel; LDm Lenden-Darmbeinmuskel; R Poupartisches Band; Schf Schamfuge; Km Kamm-Muskel; k, l, g A kurzer, langer und großer Anzieher; 1, 2, 3, 4 Schst 1. 2. 3. und 4. Kopf des Schenkelstreckers; 2kB zweiköpfiger Beuger; Ksch Kniescheibe; Wk Wadenbeinköpfchen.

9. Der schlanke Muskel. Geht vom unteren Rande des Schambeins als dünnes breites Band abwärts, und mit langer Sehne um den inneren Oberschenkelknorren herum zur vorderen Kante des Schienbeins (Fig. 295).

Schlanker Muskel.

Der Muskel ist Anzieher und dreht bei gebeugtem Knie den Oberschenkel nach innen.

D. Die Abzieher des Schenkels (Fig. 298).

Abzieher des Schenkels.

10. und 11. Der mittlere und der kleine Gesäßmuskel.

Mittlerer und kleiner Gesäßmuskel.

Ursprung: Außenseite des Darmbeins. Der kleine Gesäßmuskel liegt ganz unter dem mittleren; der mittlere zum Teil unter dem großen.

Ansatz: Oberer Rand des großen Rollhügels.

Wirkung: Ausschließlich abziehend (zur Grätschstellung) wirkt nur die mittlere Portion der Muskeln; die vordere und hintere nur dann, wenn sie gleichzeitig arbeiten und so sich ihre Rollbewegungen aufheben. Denn die vordere Portion wirkt einwärts-, die hintere auswärtsrollend. Vor allem aber wirken die beiden Muskeln als Halter des Beckens (Balancierung), eine Tätigkeit, die im Stehen und Gehen unablässig notwendig ist.

E. Die Roller des Schenkels.

Rollung des Schenkels.

A. Einwärtsrollung. Die Einwärtsrollung des Schenkels wird vorzugsweise bewirkt durch den vorderen Teil des mittleren und kleinen Gesäßmuskels, sowie durch den Spanner der Schenkelbinde.

Einwärtsrollung.

Wenn die erstgenannten Gesäßmuskeln aber lediglich als Einwärtsroller tätig sein sollen, so muß die Abziehung, welche von ihnen außerdem bewirkt wird, durch entsprechende gleichzeitige Wirkung der Anzieher aufgehoben werden.

B. Auswärtsrollung. Die Auswärtsroller sind stärkere Muskeln als die Einwärtsroller. Vermöge dieses Übergewichts sieht in Ruhestellung das Bein mit seiner Vorderfläche nicht geradeaus, sondern ist nach auswärts gedreht. Der natürliche Gang erfolgt mit etwas nach außen gerichteten Fußspitzen: aufgerichtetes Gehen mit geradeaus und parallel gerichteten Füßen ist kein natürlicher, sondern ein Kunstschritt. Nur dann, wenn unter möglichster Entspannung der Beinmuskeln und Ersparnis an Muskelkraft unschön mit stetig gebeugten Knien gegangen wird, fällt die Auswärtsrichtung der Füße fort, so daß diese geradeaus gerichtet bleiben (Gang der Indianer; Beugegang s. u. § 286).

Auswärtsrollung.

Der kräftigste Auswärtsroller ist der große Gesäßmuskel; ferner bewirkt Auswärtsrollung der hintere Teil des mittleren und des kleinen Gesäßmuskels.

Weiterhin kommen hinzu eine Reihe kleinerer Muskeln, die vom Becken hinter dem Schenkelhals entspringend, zum großen Rollhügel gehen. Diese kleinen Rollmuskeln sind übrigens auch Beckenhalter.

Die kleinen Rollmuskeln.

Es sind folgende Muskeln:

12. Der birnförmige Muskel.
13. Der innere Hüftbeinlochmuskel.
14. und 15. Die beiden Zwillingsmuskeln.
16. Der äußere Hüftbeinlochmuskel.
17. Der viereckige Schenkelmuskel.

§ 122. Muskeln, welche die Beine im Kniegelenk bewegen.

Beugung im Kniegelenk ist spitzwinklig möglich bis zu einem Spielraum von 160°.

Bewegung der Beine im Kniegelenk.

Hüftbeinkamm

Kreuzbein

Mittlerer Geſäßmuskel

Birnförmiger Muskel

Großer und kleiner Rollhügel

Zwillings= und Hüftloch=muskeln

Viereckig. Schenkelmuskel

Sitz-Knorren

Großer Anzieher des Schenkels

Schlanker Muskel.

Kurzer Kopf des zwei=köpfigen Beugers

Langer Kopf des zwei=köpfigen Beugers

Kniekehlenmuskel

Köpfchen des Wadenbeins

Schollenmuskel (3. Kopf d. dreiköpfig. Wadenmuskels)

Abgeſchnittene Achilles=ſehne

Großer Geſäßmuskel

Großer Rollhügel

Großer Anzieher des Schenkels

Halbhäutiger Muskel

Halbſehniger Muskel

Langer Kopf des zwei=köpfigen Beugers

Halbhäutiger Muskel

Kniekehle

Zwillinge des dreiköpfigen Wadenmuskels

Kurzer / Langer } Wadenmuskel

Achillesſehne

Gemeinſchaftlicher Zehenbeuger

Fig. 298. Muskeln der Beine: Hintere Anſicht. Links ſind der große Geſäßmuskel, der halbſehnige und der halbhäutige Muskel entfernt.

Bei ganz gestrecktem Knie geschieht die Rollbewegung im Hüftgelenk; im Kniegelenk ist dann nur eine geringe Drehung der Fußspitze nach außen möglich. Nämlich der innere Oberschenkelknorren ist etwas nach auswärts gebogen, so daß der innere Schienbeinknorren um ihn herum nach auswärts gleitet. Die gespannten Seitenbänder des gestreckten Knies hindern weitere Rollbewegung des Unterschenkels. Werden diese Bänder entspannt durch rechtwinklige Beugung des Knies, so kann der Unterschenkel für sich eine Rollbewegung im Umfang von einem halben rechten Winkel ausführen. Diese Bewegung ist am äußern Schienbeinknorren mittels der aufgelegten Hand gut fühlbar.

Vorn am Oberschenkel liegen die Strecker, hinten die Beuger. Nach außen stoßen beide Gruppen aneinander; nach innen sind sie durch die Gruppe der Anzieher geschieden.

A. Beugung.

Beugemuskeln.

Vom Sitzknorren nehmen ihren Ursprung:

1. Der lange Kopf des zweiköpfigen Beugers des Unterschenkels.
2. Der halbsehnige Muskel.
3. Der halbhäutige Muskel.

Alle drei bilden eine rundliche Muskelmasse (1 und 2 sind mit ihrem fleischigen Ursprung verschmolzen, 3 hat weiter unten einen starken Fleischbauch), die unter der Gesäßfalte zum Vorschein kommt.

Unter der Mitte des Oberschenkels teilt sich die Gruppe in zwei auseinandergehende Wülste, welche die spitzwinklige Grube (oberer Winkel) der Kniekehle zwischen sich lassen.

Zweiköpfiger Beuger.

Der zweiköpfige Beuger, dessen langer Kopf also vom Sitzknorren entspringt, während der kurze Kopf von der hinteren Mitte des Oberschenkels hinzutritt, geht zum Köpfchen des Wadenbeins.

Halbsehniger und halbhäutiger Muskel.

Der halbsehnige und der halbhäutige Muskel gehen zur innern Fläche des Schienbeins.

Dort finden noch zwei Muskeln ihren Ansatz: der oben bei den Anziehern des Schenkels bereits beschriebene schlanke Muskel, und

Schneidermuskel.

4. Der Schneidermuskel. Der Schneidermuskel ist der längste aller Muskeln des Körpers. Er entspringt vom vorderen oberen Darmbeinstachel, und geht spiralig um den Schenkel, indem er die an der Vorderfläche des Schenkels befindlichen Längsmuskeln kreuzt. Weiter bildet er die Grenze zwischen dem vierköpfigen Strecker und der Gruppe der Anzieher, zieht am inneren Oberschenkelknorren hinab, wendet sich am inneren Knorren des Schienbeins nach vorne, und endet am Schienbeinstachel.

Alle diese Muskeln beugen also den Unterschenkel gegen den Oberschenkel oder umgekehrt.

Der Schneidermuskel dreht zudem bei gebeugtem Knie den Unterschenkel nach innen (Einwärtsrollung). Dagegen schlägt der Muskel nicht das eine Bein über das andere, wie es der Schneider tut — führt also den ihm beigelegten Namen zu Unrecht (Fig. 295).

B. Streckung.

Streckung.

Ein einziger mächtiger Muskel, an der Vorderseite des Schenkels gelegen, bewirkt die Streckung im Kniegelenk: der vierköpfige Streckmuskel des Beines.

Vierköpfiger Streckmuskel des Schenkels.

Er setzt sich zusammen aus vier Muskeln oder Köpfen. Drei davon sind bei muskulösen Beinen äußerlich unter der Haut deutlich erkennbar:

1. der gerade Schenkelmuskel oder gerade lange Kopf. Ursprung: mit starker Sehne vom vorderen unteren Darmbeinstachel;

2. der äußere Kopf oder äußere große Schenkelmuskel. Ursprung: äußere Leiste der Oberschenkelkante;

3. der innere Kopf oder innere große Schenkelmuskel. Ursprung: innere Oberschenkelkante, mit seiner Fleischmasse um den Knochen herumgreifend;

4. zwischen diesen, durch den geraden äußern Kopf verdeckt, liegt der mittlere Kopf oder innere äußere Schenkelmuskel, von der Vorderfläche des Oberschenkels entspringend.

2 und 3 liegen als große Fleischwülste zu beiden Seiten von 1, und zwar reicht der innere 2 bis 3 Finger breit tiefer als der äußere.

Ansatz: Der Muskel endet mit seinen vier mächtigen Köpfen an einer gemeinsamen starken Sehne am oberen Rand der Kniescheibe, geht dann in das Kniescheibenband über (an dessen Innenfläche die Kniescheibe anhängt) und endet damit am Schienbeinhöcker.

Unter dem Kniescheibenband liegt am Schienbeinhöcker ein (auch äußerlich in der Form der Kniegegend sich bemerkbar machender) Schleimbeutel. Er entzündet sich leicht bei häufigem anhaltenden Knien und schwillt dann an („House-maids-Knie", infolge vom Bohnen der Fußböden im Knien).

Rollung.

C. Rollung.

Kniekehlenmuskel.

Für die wenig umfängliche Rollung des Unterschenkels ausschließlich ist nur der kleine Kniekehlenmuskel tätig. Er geht vom äußern Oberschenkelknorren zum Schienbein in der Kniekehle unter der Wade.

Sonst bewirken die Rollung des Unterschenkels (bei gebeugtem Knie) folgende Muskeln:

Schneider-
Schlanker
Halbsehniger
Halbhäutiger } Muskel: drehen die Fußspitze nach einwärts.

Zweiköpfiger Beuger: dreht die Fußspitze nach auswärts.

Die Rollbewegungen erfolgen seitens der Beugemuskeln jedoch nur dann, wenn diese Muskeln einseitig und nicht gleichzeitig wirken. Andernfalls heben sich ihre Rollbewegungen nach außen oder innen gegenseitig auf, und es bleibt lediglich die Beugebewegung übrig.

Bewegung der Fußgelenke.

§ 123. Muskeln, welche die Fußgelenke bewegen.

A. Vordere Gruppe (3 Muskeln) (Fig. 299).

Vorderer Schienbeinmuskel.

1. Der vordere Schienbeinmuskel.

Ursprung: Äußere Hälfte des Schienbeins. Die rundliche Sehne des Muskels geht von dem Schienbeinknöchel zum inneren Fußrand.

Ansatz: Erstes Keilbein und Grundteil des ersten Mittelfußknochens.

Wirkung: Beugen des Fußes gegen den Unterschenkel; Drehung des Fußes um seine Achse, so daß der innere Fußrand nach oben sieht, und die Fußspitze sich etwas nach innen begibt.

Langer Strecker des Großzeh.

2. Der lange Strecker des Großzehs. Er geht von der inneren Wadenbeinfläche zum zweiten Glied des Großzehs. — Die Sehne des Muskels springt auf dem Fußrücken nach dem Großzeh hin stark vor.

Langer gemeinschaftlicher Strecker.

3. Der lange gemeinschaftliche Strecker der Zehen.

Ursprung: Oberes Ende von Schien- und Wadenbein. An die Sehnen treten noch weit hinab Muskelbündel.

Ansatz: Die Sehne geht unter einer besonderen Bandschlinge (dem Schleuderband), welche verhindert, daß bei Einwärtsführung des Fußes das Sehnenbündel nach innen rutscht, zum Fußrücken, und weicht hier in vier Sehnen, die zum 2. bis 5. Zeh gehen, auseinander. Sie heben sich außen am Fußrücken deutlich ab. Von der Sehne des Kleinzeh geht als fünfte Sehne ein Sehnenstreifen zur Rückenfläche des fünften Mittelfußknochens.

Wirkung: Strecker der Zehen; Beuger des Fußes nach dem Fußrücken.

B. Äußere Gruppe.

Langer und kurzer Wadenbeinmuskel.

1. Der lange } Wadenbein-
2. Der kurze } muskel.

Ursprung: Obere $^2/_3$ des Wadenbeins. Der lange Wadenbeinmuskel liegt oberflächlicher.

Ansatz: Die platten Sehnen der beiden Muskeln liegen am unteren Teil des Wadenbeins aufeinander, und biegen in einer Furche am äußeren Knöchel nach vorn und unten um. Hier geht die Sehne des kurzen Wadenbeinmuskels zum Höcker des fünften Mittelfußknochens, die des langen durch eine Furche des Würfelbeins unter die Sohle und schräg hinüber zum inneren Fußrand, wo sie am ersten Mittelfußknochen ansetzt.

Wirkung: Die beiden Wadenbeinmuskeln strecken den Fuß (Biegung nach der Fußsohle), senken den Innenrand des Fußes, und wenden die Fußsohle etwas nach außen. Namentlich stemmt der lange Wadenbeinmuskel das vordere Ende des Innenrands des Fußes (Großzehballen) mit großer Kraft fest abwärts gegen den Boden beim Gehen, Laufen und Hüpfen.

Schienbein
Vorderer Schienbeinmuskel
Fußwurzelband
Sehnen des langen und kurzen Großzehenstreckers
Wadenmuskel
Langer Wadenbeinmuskel
Langer Zehenstrecker
Kurzer Wadenbeinmuskel
Kurzer Zehenstrecker

Fig. 299. Muskeln des Unterschenkels.

C. Hintere Gruppe.

Dreiköpfiger Wadenmuskel.

a) Oberflächliche Schicht. Sie wird gebildet vom dreiköpfigen Wadenmuskel. Er setzt sich zusammen aus dem Zwillingsmuskel der Wade und dem darunterliegenden Schollenmuskel, bildet das dicke Fleisch der Wade, und gibt dieser die äußere Form.

Der Zwillingsmuskel entspringt hinten über den beiden Knorren des Oberschenkels. Die beiden Zwillingsmuskeln bilden hier die untere Begrenzung (unterer spitzer Winkel) der Kniekehle. Die beiden Köpfe, an muskulösen Beinen sich kräftig abzeichnend, gehen etwas über der Mitte des Unterschenkels mit einer halbmondförmigen Bogenlinie in die breite und platte Achillessehne über.

Der Sohlenmuskel oder Schollenmuskel, von platter Form, bildet, unter dem Zwillingsmuskel liegend, das tiefe dicke Fleisch der Wade. Er nimmt seinen Ursprung von der oberen hinteren Hälfte des Wadenbeins wie des Schienbeins und geht ebenfalls an die Achillessehne (daher als dritter Kopf des Wadenmuskels zu betrachten).

Ansatz: Die Achillessehne, mit die stärkste Sehne des Körpers, am Beginn breit und platt, wird am Fußgelenk schmäler und dicker. Hier kann man zwischen Knochen und Sehne greifen: die Stelle, wo Thetis ihren Sohn Achilles festhielt, und dieser verwundbar blieb. Die Sehne setzt sich an die hintere Rauhigkeit des Fußhöckers an.

Wirkung: Der dreiköpfige Wadenmuskel streckt den Fuß gegen den Unterschenkel. Diese kräftige Strecktätigkeit ist für das Gehen, Laufen, Springen (Abstoßen des Fußes vom Boden), sowie für das Erheben des Körpers auf die Fußspitze von höchster Wichtigkeit. Verbunden mit der Streckung wird durch die Tätigkeit des Muskels die Fußspitze etwas nach innen gedreht, der innere Fußrand etwas gehoben, der Fußrücken etwas nach außen gedreht. Letztere begleitende Bewegungen werden durch den gleichzeitig wirkenden langen Wadenbeinmuskel, der neben seiner Strecktätigkeit die entgegengesetzten Begleitbewegungen macht (Senkung des innern Fußrandes s. o.), aufgehoben.

b) Tiefe Schicht (drei Muskeln, entsprechend den drei Muskeln der vorderen Gruppe).

Hinterer Schienbeinmuskel.

1. Der hintere Schienbeinmuskel.

Ursprung: Hintere Fläche des Schienbeins und Zwischenhaut zwischen Schien- und Wadenbein. Der Muskel liegt zwischen den folgenden (langer Zehen- und langer Großzehenbeuger), kreuzt sich aber hinter dem unteren Schienbeinende mit dem langen Zehenbeuger, biegt um den inneren Knöchel vorn um, und nimmt seinen

Ansatz am inneren Fußrand: Kahnbein und erstes Keilbein (Fig. 300).

Wirkung: Strecker des Fußes: Heber des inneren Fußrandes mit gleichzeitiger Einwärtsführung der Fußspitze. Dadurch erzielt der Muskel diejenige Bewegung, welche wir machen, um einen Gegenstand mit beiden Füßen zu umklammern. Der hintere Schienbeinmuskel wird daher besonders in Tätigkeit gesetzt beim Klettern an der Stange oder am Tau zum Kletterschluß der Füße.

Langer Großzehenbeuger.

2. Der lange Großzehenbeuger, ein kräftiger Muskel.

Ursprung: Wadenbein.

Ansatz: Die Sehne geht hinter dem Sprungbein und unter dem Gesims des Fersenbeins zur Fußsohle und zum Großzeh.

Langer Zehenbeuger.

3. Der lange (gemeinschaftliche) Zehenbeuger.

Ursprung: Schienbein.

Ansatz: in der Fußsohle zum 2. bis 5. Zeh.

Übersicht der für die Fußbewegung tätigen Muskeln.

Übersicht.

a) im Sprunggelenk ist nur möglich: { 1. Hebung (Beugung) / 2. Senkung (Streckung) } des Fußes.

b) im Fußwurzelgelenk: 1. **Einwärtsführung** der Fußspitze

mit: { Hebung des inneren / Senkung des äußeren } Fußrandes.

2. **Auswärtsführung** der Fußspitze

mit: { Hebung des äußeren / Senkung des inneren } Fußrandes.

Muskeln für a) 1.

Heber des Fußes: Der vordere Schienbeinmuskel;
Der lange Zehen- / Der lange Großzehen- } Strecker.

a) 2. **Senker** oder **Strecker** des Fußes: Der dreiköpfige Wadenmuskel;
Der hintere Schienbeinmuskel;
Der lange Wadenbeinmuskel;
Der lange Zehen- / Der lange Großzehen- } Beuger.

Fig. 300. Sehnen und Muskeln der Innenseite des Fußes.

b. 1. **Auswärtswender:** Der lange / Der kurze } Wadenbeinmuskel;
Der lange Zehenstrecker mittels der fünften Sehne, die zum äußern Fußrande geht.

b. 2. **Einwärtswender:** Der vordere / und besonders der hintere } Schienbeinmuskel;
Der lange Zehenbeuger.

§ 124. Kurze Muskeln am Fuße. (Fig. 300 u. 301.)

Kurze Muskeln am Fuße.

A. Auf dem Fußrücken (s. Fig. 299):

Kurzer Zehen- und kurzer Großzehenstrecker.

1. Der **kurze Zehen-** / 2. Der **kurze Großzehen-** } **Strecker.**

Ursprung: Obere Fläche des Fersenbeinfortsatzes.
Ansatz an die Strecksehnen der langen Strecker.

Muskeln der Fußsohle.

B. In der Fußsohle (Fig. 306). Die Muskeln der Fußsohle bilden drei in der Richtung von hinten nach vorn zu den Zehen verlaufende Wülste.

Innerer Randwulst: 1. Abzieher des Großzehs.
2. Kleiner Beuger des Großzehs.

Ursprung: Unterfläche des Fersenbeins.

Äußerer Randwulst: 3. Abzieher } des Kleinzehs.
4. Kleiner Beuger }

Mittlerer Randwulst: 5. Kurzer Zehenbeuger.

Mit drei Bäuchen vom Fersenbein zu den mittleren (zweiten bis vierten) Zehen gehend. Die Sehnen sind gabelig geteilt, die Sehnen des langen Beugers gehen durch die des kurzen hindurch (wie an der Hand).

Außerdem finden sich an den Sehnen der langen Beuger vier Regenwurm- oder Spulmuskeln und drei äußere, sowie vier innere Zwischenknochenmuskeln zwischen den Mittelfußknochen, ähnlich wie an der Hand.

Dagegen fehlen, im Gegensatz zur Hand, Muskeln, welche den Groß- oder Kleinzeh in Gegenstellung zu den andern Zehen bringen könnten.

Die Sohlenmuskeln spannen das Fußgewölbe, wie eine Sehne den Bogen, und halten der gesamten Körperlast, welche das Fußgewölbe zu verflachen strebt, das Gleichgewicht. Hierbei werden die Muskeln unterstützt durch die Widerstandskraft der außerordentlich starken sehnigen Häute oder Bänder an der Fußsohle.

Sehnen des gemeinschaftlichen langen Zehenbeugers
Spulmuskeln
Kurzer Großzehenbeuger
Sehne des lang. Großzehenbeugers
Abzieher des Großzehs
Kurzer Kleinzehenbeuger
Abzieher des Kleinzehs
Kurzer gemeinschaftlicher Zehenbeuger
Fersenhöcker

Fig. 301. Muskeln der Fußsohle

Zweiter Teil

Herz und Kreislauf des Blutes. Lunge und Atmung. Haut. Verdauung und Ernährung. Harnorgane. Nervensystem.

III.

Gefäßsystem und Kreislauf des Blutes.

§ 125. Allgemeine Übersicht über den Blutkreislauf.

Blutflüssigkeit.

Das Blut ist die im Körper stetig kreisende Flüssigkeit, aus welcher die zum Leben und Wachstum der Organe notwendigen Stoffe entnommen werden. Da die Lebensprozesse im wesentlichen auf einer Verbindung der Stoffe der verschiedenen Organe mit Sauerstoff beruhen, d. h. Verbrennungsvorgänge darstellen, so führt das Blut den Organen nicht nur verbrennliche Stoffe aus den Nahrungsmitteln zu, sondern auch den zur Verbrennung notwendigen Sauerstoff. Indes ist es nicht nur eine Stoffzufuhr, welche das Blut leistet, sondern es nimmt auch aus den Organen die unbrauchbar gewordenen, den Stoffzersetzungen entstammenden und zumeist giftigen Stoffe auf, und befördert sie zu den betreffenden Ausscheidungsorganen. Das Blut reinigt also auch die Organe und wäscht sie aus: es führt zur Ausscheidung die gasförmige Kohlensäure nach den Lungen, andere Stoffe — als solche sind Harnstoff und die Ermüdungsstoffe schon früher erwähnt — zu den Nieren, zur Haut und zum Darm.

Die Blutflüssigkeit ist eingeschlossen in ein System von allenthalben im Körper verzweigten Röhren. Diese Röhren besitzen die verschiedenste Dicke, und werden schließlich in den Haargefäßen so fein, daß sie nur bei starker Vergrößerung wahrgenommen werden können.

Herz.

Innerhalb der Röhren des Gefäßsystems ist das Blut in anhaltender Bewegung. Dies geschieht infolge der Tätigkeit eines besonderen Pumpwerkes, des Herzens, welches schon beim ungeborenen Kinde zu arbeiten beginnt. Das Herz bleibt das ganze Leben hindurch tätig, empfängt aus zuleitenden Blutgefäßen Blut, und stößt dieses wieder in ableitende Blutgefäße aus. Erst mit dem Augenblick des Todes steht das Herz still; von allen Organen hört das Herz zuletzt auf zu leben: mit seinem Stillstand ist der Tod besiegelt. Diejenigen Gefäße, in welche das Herz Blut einpreßt, und welche das Blut zu allen Organen des Körpers hinleiten, heißen Puls- oder Schlagadern. Sie haben ihren Namen daher, weil an ihnen eine rhythmische Bewegung, ein An- und Abschwellen, der sogenannte Pulsschlag überall fühlbar ist. Die Schlagadern verästeln sich durch unausgesetzte Teilung nach Art eines Wurzelwerkes in immer feinere Zweige oder Gefäßchen. Die letzten allerfeinsten Verzweigungen heißen Haargefäße. Diese Haargefäße fließen weiterhin wieder zu weiteren Gefäßen zusammen, die sich dann schließlich zu wenigen größeren Gefäßröhren vereinen. Dies sind die Blutadern, welche also das Blut, nachdem es die Organe des Körpers durchströmt hat, zum Herzen wieder zurückleiten. Diese Bewegung des Blutes vom Herzen in die Schlagadern, aus den Schlagadern in die

Pulsadern.

Haargefäße.

Blutadern.

Haargefäße, dann weiter in die Blutadern und in diesen zurück zum Herzen, heißt der große Blutkreislauf. Ihm gesellt sich zu der kleine Blutkreislauf, welcher das gesamte Blut der Blutadern aus dem Herzen zur Lunge, behufs der Aufnahme von Sauerstoff und der Abgabe von Kohlensäure hinführt, und von der Lunge das an Sauerstoff bereicherte und von Kohlensäure befreite Blut zum Herzen zurückbringt. –

Die einzelnen Teile des Röhrensystems der Blutgefäße sind also: 1. das Herz; 2. die Schlagadern (Arterien); 3. die Haargefäße (Kapillaren) und 4. die Blutadern (Venen).

Gestalt und Lage des Herzens.

§ 126. Gestalt und Lage des Herzens.

Das Herz ist ein Hohlmuskel, welcher in gleicher Weise wie die willkürlichen Muskeln aus quergestreiften Muskelfasern besteht, obschon die Muskeltätigkeit des

Fig. 302. Ansicht des Herzens und der abgeschnittenen großen Blutgefäße von vorne.

Herzens dem Einfluß unseres Willens entzogen ist. Die quergestreifte Muskulatur des Herzens weist jedoch manches besondere auf. Zunächst verlaufen die Muskelfasern des Herzens nicht parallel oder strahlig geordnet nebeneinander, sondern sind vielfach verästelt, netzartig verbunden und durcheinander verfilzt (siehe S. 154). Ferner haben die Muskelbündel des Herzens nur ganz feine oder gar keine häutigen Überzüge. Das Herzfleisch ist dadurch härter als das der anderen Muskeln. Gewisse Hauptfaserrichtungen lassen sich aber auch in der Muskulatur des Herzens erkennen, und zwar verlaufen diese in Form spiralig um die Hohlräume des Herzens angeordneter Schleifen. Diese Anordnung der Muskulatur bewirkt, daß das Herz seinen flüssigen Inhalt ringsum unter gleichen Druck nehmen und in die vom Herzen abführenden Gefäße hineinpressen kann, so wie man einen rings mit der Hand umfaßten mit einer Öffnung versehenen Gummiballon ausdrückt.

Herzbasis und Herzspitze.

Die gesamte Gestalt des Herzens (Fig. 302 u. 303) ist die eines unregelmäßigen Kegels, dessen breiterer und dickerer Teil, die Herzbasis nach oben rechts und hinten liegt, während die Herzspitze nach unten links und vorne gerichtet ist. Über die Herzbasis erheben sich die großen zu- und abführenden Blutgefäße. Die vordere Fläche ist stärker gewölbt, die hintere Fläche platter. Von der Basis gegen die Spitze läuft als äußere Andeutung der im inneren des Herzens liegenden und das Herz in eine rechte und eine linke Seitenhälfte teilenden Scheidewand eine

Fig. 303. Ansicht des Herzens und der abgeschnittenen großen Blutgefäße von hinten.

Längsfurche. Senkrecht auf diese verläuft eine namentlich an der hinteren Fläche stark ausgesprochene Querfurche, welche das Herz in eine kleinere obere und eine untere größere Hälfte teilt. Die obere Hälfte ist der Vorkammerabschnitt, die untere der Kammerabschnitt. In den beiden Furchen verlaufen die den Herzmuskel selbst ernährenden Blutgefäße: die Kranzschlagader und die Blutadern des Herzens.

Größe und Gewicht des Herzens.

Die Größe des Herzens stimmt gewöhnlich überein mit der Größe der Faust. Die relative Größe des Herzens zur Körperlänge und zur Weite der großen Schlagadern ist aber in den verschiedenen Entwicklungszeiten und Lebensaltern eine verschiedene. Wir werden auf diese Verhältnisse, welche für die Wirkungsweise und die richtige Auswahl der Leibesübungen in den verschiedenen Altersstufen sehr wichtig sind, unten noch ausführlicher zurückkommen.

Das Gewicht des Herzens beträgt bei Erwachsenen im Mittel gegen 300 g, es schwankt normal nach Krause zwischen 205 und 338 g. Bei Weibern ist das Herz kleiner und leichter, und zwar um 40—50 g bei Erwachsenen.

Lage des Herzens.

Das Herz ist in der Brusthöhle zwischen rechter und linker Lunge dicht hinter dem Brustbein etwas nach links hin gelagert. Die Basis liegt hinter dem Mittelstück des Brustbeins und den Knorpeln der 4. bis 5. Rippe, die Herzspitze liegt links zwischen oder hinter den Enden der 6. bis 7. Rippe. Die vordere gewölbte Fläche sieht gegen das Brustbein, die hintere plattere Fläche liegt auf dem sehnigen Mittel-

stück des Zwerchfells. Die rechts und links liegenden Lungenflügel bedecken die Vorderfläche des Herzens je nach ihrer Füllung mit Luft bei der Ein- und Ausatmung in verschiedener Ausdehnung.

§ 127. Der Herzbeutel.

Herzbeutel.

Das Herz wird nebst den Anfängen der großen mit ihm zusammenhängenden Blutgefäße umschlossen von einer sackartigen häutigen Hülle, dem Herzbeutel. Dieser vollkommen geschlossene Beutel besitzt ein äußeres und ein inneres Blatt. Das äußere Blatt hängt zusammen mit der äußeren Gefäßhaut der großen Blutgefäße, schlägt sich von da auf das Herz hinüber, und umkleidet es als inneres Blatt in Gestalt einer dünnen glatten mit der Herzoberfläche verwachsenen Haut. Unter dieser lagert sich, namentlich in den Furchen des Herzens und an der Herzspitze etwas Fett ab, welches bei fettreichen, körperlich wenig arbeitenden Personen leicht an Menge zunimmt und die Herztätigkeit stören kann (Fettherz). In dem Herzbeutel, also zwischen dem äußeren und inneren Blatt befindet sich eine dickliche Flüssigkeit, kaum ein Löffel voll. Diese Herzbeutelflüssigkeit hält die Herzoberfläche glatt und schlüpferig, und erleichtert damit die Herzbewegungen. — Bei Herzbeutelentzündung oder Herzbeutelwassersucht wird der flüssige Inhalt des Herzbeutels stark vermehrt.

Innerer Bau des Herzens.

§ 128. Innerer Bau des Herzens.

Der Hohlraum des Herzens wird von oben nach unten durch eine — der äußeren Längsfurche entsprechende — Scheidewand durchzogen. Diese Scheidewand teilt das Herz in ein rechtes (oder Lungenherz), im Brustraum mehr nach vorn liegend, und ein linkes Herz (oder Aortenherz), welches ganz nach links liegt und nach hinten sich wendet. Durch eine, der Querfurche entsprechende Querscheidewand wird jede dieser Hälften geschieden in Vorkammer und Herzkammer. Wir zählen mithin am Herzen vier Abteilungen: eine rechte und eine linke Vorkammer, eine rechte und eine linke Herzkammer.

Vorkammern und Herzkammern.

Die Wände der Vorkammern sind dünn und erscheinen mehr häutig; die Wände der Herzkammern sind dagegen ziemlich dick und aus Muskelfleisch bestehend. Die Muskulatur der linken Herzkammer ist um das Dreifache stärker als die Muskulatur der rechten Herzkammer. Der Grund liegt darin, daß das linke Herz das Blut in den großen Kreislauf durch den ganzen Körper zu pressen hat: das rechte nur in den kleinen Kreislauf, d. h. durch die Lungen. Zur Füllung des großen Kreislaufs ist eben eine weit größere Arbeitskraft notwendig.

Die an der Basis des Herzens gelegenen, mit einer kleinen Ausstülpung, den Herzohren versehenen Vorkammern nehmen die großen Blutadern oder Venen auf. Und zwar münden in der rechten Vorkammer die obere und die untere Hohlvene, welche das Blutaderblut der oberen und der unteren Körperhälfte dorthin führen; in der linken Vorkammer münden die vier Lungenvenen mit dem aus den Lungen kommenden gereinigten Blute.

In jede der beiden Herzkammern führt von der Vorkammer eine venöse Öffnung hinein zum Zutritt des Venen- oder Blutaderblutes; aus jeder Herzkammer führt hinaus eine arterielle Öffnung, durch welche das Blut aus der Herzkammer in die Schlagader tritt, und zwar in die Lungenschlagader aus der rechten, in die Hauptschlagader des Körpers, die Aorta, aus der linken Herzkammer.

Die venöse Öffnung zwischen rechter Vorkammer und rechter Herzkammer kann geschlossen werden durch eine Klappe, die dreizipfelige Klappe. Sie bildet ein häutiges Ventil, durch Sehnenfäden mit den muskulösen Hervorragungen der Innenwand der Herzkammer verbunden. Diese Klappe gestattet unbehindert den Blutzufluß von der Vorkammer zur Herzkammer. Sowie sich aber die Muskelwand der Herzkammer zusammenzieht, werden die Häute der Klappe zusammengedrängt und die Kammer gegen die Vorkammer abgeschlossen, so daß das auszutreibende Blut nur seinen Weg durch die arterielle Öffnung zur Schlagader nehmen kann (Fig. 304 u. 305).

Dreizipfelige Klappe der rechten Herzkammer.

In gleicher Weise kann im linken Herzen die Verbindung mit der Vorkammer durch ein Klappenventil, die zweizipfelige Klappe (oder, weil einer Bischofsmütze oder Mitra ähnlich gestaltet, Mitralklappe) geschlossen werden (Fig. 306).

Zweizipfelige Klappe.

Fig. 304. Rechte Vorkammer und Herzkammer. Die dreizipfelige Klappe geöffnet, die arterielle oder Schlagaderöffnung geschlossen.

Fig. 305. Rechte Vorkammer und Herzkammer bei Zusammenziehung der Kammerwand. Dreizipfelige Klappe geschlossen, Schlagaderöffnung offen.

Auf dem genauen Schluß dieser Klappen bei der Zusammenziehung der Herzkammern beruht wesentlich das ungestörte Zustandekommen des Blutkreislaufs. Sind durch bestimmte Erkrankungen die Ränder dieser Klappen derart verändert oder verdickt, daß ein vollkommener Verschluß nicht stattfindet, besteht also ein Herzklappenfehler, so wird bei der Zusammenziehung der Herzkammern nicht das gesamte Kammerblut in die Schlagadern gepreßt, sondern ein Teil wird in die Vorhöfe zurückgeworfen. Daraus ergeben sich erhebliche Störungen — Stauungen — im Kreislauf durch das Adersystem. Bis zu einem gewissen Grade kann das Herz

Herzklappenfehler.

Linke Vorkammer
Hauptschlagader.
Halbmondförmige Klappen
Mitralklappe (der eine Zipfel)
Muskulatur der linken Herzkammer

Fig. 306. Die linke Herzkammer geöffnet. Die Pfeile geben die Richtung des Blutstromes an.

durch Verdickung seiner Muskulatur und damit durch Mehrleistung oft für viele Jahre solche Störungen ausgleichen. Sobald aber außergewöhnliche Anforderungen an die Herzarbeit, z. B. durch starke Körperbewegungen, gestellt werden, ist es mit dieser ausgleichenden („kompensierenden“) Tätigkeit vorbei, und die Störungen im Blutumlauf machen sich doppelt bemerkbar. Aus diesem Grunde dürfen bei vorhandenem Herzklappenfehler nur ganz leichte körperliche Übungen vorgenommen werden, alle heftigeren und kräftigen Übungen sind dann unbedingt schädlich. Schüler mit Herzfehlern sind vom gewöhnlichen Turnunterricht ebensogut wie vom Spielen auszuschließen. Besonders verderblich ist hier das Radfahren; auch das Rudern und Schwimmen verbietet sich. Inwieweit mäßiges und genau nach Vorschrift betriebenes Bergsteigen bei Kreislaufstörungen von Nutzen sein kann, wird unten noch besprochen werden.

Halbmondförmige Klappen.

Sowohl die von der rechten Herzkammer ausgehende Lungenschlagader, als die von der linken Herzkammer ausgehende Hauptschlagader besitzen ebenfalls Klappenventile an ihrer Ausmündungsstelle aus der Herzkammer. Diese **halbmondförmigen Klappen** haben die Form dreier der Schlagaderwand ringsum ansitzender halbmondförmig gestalteter Taschen. Strömt das Schlagaderblut bei Zusammenziehung der Herzkammerwände in die Schlagadern hinein, so legen sich diese Taschen an die Schlagaderwand an, so daß der Blutstrom ungehindert die Schlagader hinaufgeht, ist aber die Zusammenziehung der Herzkammern beendet, sind die Herzkammern entleert, so verhindern diese Klappen ein etwaiges Zurückströmen des Schlagaderblutes, und zwar derart, daß die Taschen durch das zurückfließende Blut sich füllen, und sich so genau mit ihren Rändern zusammenlegen, daß die Verbindung nach der Herzkammer abgeschlossen ist (Fig. 307). Auch an diesen halbmondförmigen Klappen der großen Schlagadern können krankhafte Störungen einen vollkommenen Verschluß nach jeder Zusammenziehung des Herzens hindern, und damit schwerere Ungleichmäßigkeiten im Blutumlauf verursachen. Für diese Klappenfehler gilt also dasselbe, was vorhin für die Klappenfehler an der zwei- und dreizipfeligen Klappe gesagt ist. Zu den Allgemeinerkrankungen, welche besonders häufig Herzfehler nach sich ziehen, gehören der Gelenkrheumatismus, Diphtherie und Scharlach. Sind solche Herzfehler vorab noch von geringfügigem Umfang, so bleiben sie oft eine Zeitlang unerkannt.

I. II.

Fig. 307. Durchschnitt durch das Rohr der Hauptschlagader über den halbmondförmigen Klappen. Bei I. sind die Klappen geöffnet, bei II. geschlossen.

Die vier häutigen Klappenventile des Herzens — an den beiden Mündungsstellen der Vorkammern in die Herzkammern, sowie an den Anfangsstücken der beiden großen Schlagadern — gestatten mithin eine Blutbewegung nur in einer Richtung, und zwar im Sinne des Blutkreislaufs, während sie sich einem Rückwärtsströmen des Blutes widersetzen.

§ 129. Die Schlagadern.

A. Allgemeines.

Die Schlagadern.

Die Schlagadern oder Pulsadern (Arterien) führen das Blut vom Herzen weg zu den einzelnen Organen. Sie haben die Eigenschaft, daß sie **pulsieren** und hell-

rotes Schlagaderblut führen. Nur die von der rechten Herzkammer ausgehende Lungenschlagader führt kein hellrotes, sondern dunkles Blutaderblut. Die Schlagadern stellen Röhren mit fester, gelblich weißer und sehr elastischer Wand dar. Nach Ablauf des kräftigsten Mannesalters beginnen die Wände der Schlagadern, bei dem einen früher, bei dem andern später, an Elastizität einzubüßen. Es lagern sich oft Kalksalze in ihnen ab. Namentlich die Schlagadern des Gehirns werden auf diese Weise durch Verkalkung brüchig. Bei irgend einem Anlaß, der Blutdruck und Blutfülle im Gehirn stark steigert, können sie dann zerreißen und so Gehirnschlag herbeiführen.

In dem Gefäßrohr der Schlagadern liegen — als mittlere Gefäßhaut — überall organische oder glatte Muskelfasern, welche bei starker Zusammenziehung das Gefäßrohr verengen, so daß zu dem Bezirk, welchen das betreffende Gefäß mit Blut versorgt, weniger Blut gelangt, während bei Erschlaffung der Muskeln umgekehrt das Gefäß sehr weit, der von ihm versorgte Bezirk sehr blutreich wird. Unwillkürliche Nerven beherrschen diesen Muskelapparat. Er tritt namentlich bei der mechanischen Wärmeregulierung des Körpers durch die Haut (s. unten) bedeutungsvoll in die Erscheinung.

Die Schlagaderstämme sind um so stärker, je näher sie dem Herzen liegen. Sie verzweigen sich in immer dünnere Stämmchen wie die Äste eines Baumes, und gehen dann schließlich in die feinsten Haargefäße über.

Zwischen den kleineren Schlagadern bestehen quere Verbindungen, wodurch Ungleichheiten im Blutstrom verhindert werden. Wird eine kleinere Schlagader verschlossen (z. B. durch Durchschneidung, Unterbindung u. dergl.), so wird der sonst von ihr mit Blut versorgte Bezirk mittels der Verbindungen mit benachbarten kleinen Schlagadern weiter ernährt. Bei dauerndem Verschluß einer größeren Schlagader können diese Verbindungsgefäße beträchtlich weiter werden und den Ausfall so decken.

B. **Die wichtigsten Schlagadern des Körpers** (Fig. 308).

Hauptschlagader oder Aorta.

1. Die große Hauptschlagader (Aorta). Sie bildet den Stamm aller Schlagadern des großen Kreislaufs. Sie steigt vom linken Herzen aus zunächst aufwärts (aufsteigender Teil), biegt sich dann im Bogen über den linken Ast der Luftröhre nach links und hinten (Bogen der Aorta), läuft an der Wirbelsäule entlang nach abwärts (absteigender Teil), durchbohrt das Zwerchfell, und gelangt so bis zum 4. Lendenwirbel, wo sie sich gabelförmig in zwei große Äste: die Hüftschlagadern teilt.

Kranzschlagadern.

Aus dem aufsteigenden Teil entspringen die ernährenden Schlagadern des Herzmuskels selbst: die beiden Kranzschlagadern.

2. Aus dem Bogen der Hauptschlagader entspringen die zum Kopf und den oberen Gliedmaßen gehenden Schlagaderstämme, und zwar so, daß die rechte Kopfschlagader, sowie die rechte Schlüsselbeinschlagader aus einem gemeinsamen Stamme, der unbenannten Schlagader entspringen, während links die Kopf- und die Schlüsselbeinschlagader jede für sich aus dem Aortenbogen abgehen. — Dies Verhältnis ist nicht immer dasselbe: es kommen verschiedenerlei Abweichungen von dieser Art des Ursprungs vor. Da die Ursprungsweise dieser Schlagadern in Verbindung gebracht wird mit der Bevorzugung und stärkeren Entwicklung des rechten Arms und der rechten Hand, so werden wir unten eine besondere Betrachtung darüber beifügen.

Kopfschlagader.

Die Kopfschlagader (carotis) steigt am inneren Rande des Kopfnickers in die Höhe; es ist vor der Mitte dieses Muskels durch den prüfenden Finger in der Tiefe deutlich die Pulsierung der Ader zu fühlen. Die Kopfschlagader teilt sich

Schläfenschlagader
Äußere Kieferschlagader
Innere Kopfschlagader
Kopfschlagader
Schlüsselbeinschlagader
Schlüsselbeinschlagader
Unbenannte Schlagader
Hauptschlagader
Achselschlagader
Armschlagader
Schlagadern für Leber, Magen und Milz
Nierenschlagader
Gemeinsame Hüftschlagader
Speichen-, Ellen-, Zwischenknochen- Schlagader
Schenkelschlagader
Schenkelschlagader
Schienbeinschlagader: Vordere, Hintere

Fig. 308. Übersicht der Hauptschlagadern des Körpers.

sodann am Halse in eine äußere und eine innere Kopfschlagader. Letztere geht hinauf zum Gehirn, erstere versorgt die Halsorgane und das Gesicht mit seinen Höhlen, — mit Ausnahme der Augenhöhle, deren Schlagader aus der inneren Kopfschlagader, also aus der Schädelhöhle herauskommt; daher Blutüberfüllung der Augen Blutüberfüllung im Gehirn anzeigen kann (rot unterlaufene Augen).

Die Schlüsselbeinschlagader, rechts also aus der unbenannten Schlagader, links aus dem Aortenbogen kommend, verläßt die Brusthöhle, indem sie über die erste Rippe hinweggeht und hinter das Schlüsselbein tritt. Das Gefäß geht dabei zwischen dem vorderen und mittleren Rippenheber hindurch. Diese Lage der Schlagader ermöglicht es, daß die Ader in der Oberschlüsselbeingrube, an einer etwas nach innen von der Mitte des Schlüsselbeins gelegenen Stelle gegen die unterliegende erste Rippe angedrückt und zur Vermeidung von Verblutung bei schwerer Verletzung am Oberarm geschlossen werden kann. Der Finger oder ein fester stumpfer Gegenstand wird dabei hinter dem Schlüsselbein kräftigst in die Tiefe gedrückt. — Die Schlüsselbeinader gibt von Ästen ab die Wirbelschlagader, welche durch die Löcher in den Querfortsätzen der Halswirbel zur Schädelhöhe tritt, sowie Äste für die Hals- und Nackengegend.

Unter dem Schlüsselbein her geht die Schlüsselbeinschlagader als Achselschlagader in die Tiefe der Achselhöhle, wo man sie an der vorderen äußeren Grenze des Haarwuchses pulsieren fühlen kann.

Unterhalb des Schultergelenks heißt das Gefäß Armschlagader (Fig. 309) und verläuft am inneren Rande des zweiköpfigen Armbeugers mit einem Bündel von Nerven und Blutaderstämmen in einer Furche hinab zur Ellenbogenbeuge. Auf diesem Wege läßt sich die Ader — welche der aufgelegte Finger deutlich pulsieren fühlt — leicht gegen den Oberarmknochen andrücken und zusammenpressen, was zur Stillung von Schlagaderblutungen im Bereiche des Unterarms und der Hand sehr wichtig ist.

Schlüsselbeinschlagader.

Armschlagader

Speichenschlagader

Ellenschlagader

Armschlagader.

Fig. 309. Die Schlagadern des Armes.

Speichen- und Ellenschlagader.

In der Ellbogenbeuge teilt sich die Armschlagader in zwei Zweige: die Speichen- und die Ellenschlagader. Erstere geht an der Daumen-, letztere an der kleinen Fingerseite zur Hand hinab, wo sie sich mit ihren Endästen zu zwei Gefäßbogen in der Hohlhand vereinen. – Die Speichenschlagader liegt unmittelbar vor dem Handgelenk, nach innen von der Sehne des Speichenhandbeugers, ganz oberflächlich: daher diese Stelle zum Fühlen des Pulses bevorzugt wird. –

Brust- und Bauchschlagadern.

Die Äste der Hauptschlagader in der Brust versorgen die Brustorgane und die Rumpfwandungen; in der Bauchhöhle unterhalb des Zwerchfells gehen ab von der Bauchaorta starke Äste für die Verdauungsorgane (Magen, Darm, Leber, Milz) sowie die Nierenschlagadern zu den Nieren (Ausscheidung des Harns).

Hüftschlagader.

Die Hauptschlagader (oder Bauchaorta) teilt sich schließlich in die beiden gemeinsamen Hüftschlagadern, und jede dieser in die innere Hüftschlagader, die zu den Beckenorganen geht und die äußere Hüftschlagader. Letztere tritt als Schenkelschlagader unter dem Poupartischen Bande her zum Oberschenkel, und tritt abwärts, die großen Anziehermuskeln durchbohrend, in die Tiefe der Kniekehle. Unterhalb des Kniegelenks teilt sie sich in die vordere und die hintere Schienbeinschlagader, von denen die erstere über dem Sprunggelenk zum Fußrücken verläuft, während die hintere Schienbeinschlagader unter dem inneren Knöchel zur Fußsohle geht. Die Endäste beider Schlagadern verbinden sich zu einem Gefäßbogen in der Fußsohle.

Schenkelschlagader.

Vordere und hintere Schienbeinschlagader.

Lage der Schenkelschlagader in der Schenkelbeuge.

Betreffs des Durchtritts der Schenkelschlagader unter dem Poupartischen Band sei noch bemerkt, daß die Schlagader unter der Mitte des Bandes hervorkommt, wo ihr Puls deutlich zu fühlen ist, und daß durch entsprechenden Druck das Gefäß hier gegen den unterliegenden Oberschenkelknochen zusammengepreßt werden kann zur Stillung von Schlagaderblutungen bei Beinverletzungen.

§ 130. Der Ursprung der Schlüsselbeinschlagadern aus dem Aortenbogen und seine Beziehung zur Rechts- und Linkshändigkeit.

Rechts- und Linkshändigkeit.

Unser Körper ist in seiner knöchernen Grundlage, dem Skelett, sowie der Skelettmuskulatur symmetrisch gebaut. Allerdings nicht ganz vollkommen, denn die rechte Seite ist bei den meisten Menschen etwas bevorzugt. Die Muskeln des rechten Arms sind nach E. Weber durchschnittlich um 6 Prozent, die des rechten Beins um 7 Prozent an Gewicht schwerer, also stärker, als die Muskeln des linken Arms oder des linken Beins. Ähnlich stärker sind auch die Knochen des rechten Arms. Der rechte Arm ist beim Erwachsenen um 4 – 6 mm länger als der linke.

Bevorzugung der rechten Körperseite.

Größere Gebrauchsfähigkeit des rechten Arms.

Viel auffallender aber ist, daß der rechte Arm nicht nur ein wenig kräftiger, sondern daß er auch viel geschickter und gebrauchsfähiger ist als der linke. Diese Ungleichheit ist aber nicht etwa nur entstanden durch Gewohnheit, Erziehung und Übung, d. h. durch überwiegenden Gebrauch der rechten Hand und des rechten Arms zu allerlei Hantierungen des Lebens, sondern sie beruht auf bestimmten anatomischen Ursachen. Schon beim Neugeborenen soll eine etwas stärkere Entwicklung des rechten Arms nachweisbar sein. Nun sind aber durchaus nicht alle Menschen rechtshändig, sondern einzelne bevorzugen die linke Hand, wo es nur angeht, trotz der Erziehung und Übung, welche den Gebrauch der rechten Hand zu zahlreichen Hantierungen des Lebens, wie Essen, Schreiben, Zeichnen, Schneiden usw. vorschreibt, und trotz des Umstandes, daß zahlreiche Instrumente für die rechte Hand berechnet sind, wie der Bohrer, die Schraube, die Schere, die Flinte usw. In solchen Ausnahmefällen ist die linke Hand von vornherein kräftiger und geschickter. Es gibt endlich auch Menschen

welche rechts wie links gleich geschickt sind. Der französische Gelehrte Malgaigne fand unter 182 Personen fünf linkshändige und zwei, die rechts wie links gleich geschickt waren. — Der vorwiegende Gebrauch der rechten Hand findet sich bei allen Kulturvölkern bis ins graue Altertum. Auf den ältesten bildlichen Darstellungen werden die Hauptwaffen, Schwert und Speer, mit dem rechten Arm gehandhabt. Auch im Sprachgebrauch gilt „linkisch“ als ungeschickt, während etwas „recht“ oder „richtig“ machen (auf lateinisch heißt dexter rechts und dexteritas Geschicklichkeit) auf den Vorzug der rechten Seite hinweisen.

Anatomische Ursache einer stärkeren Entwicklung der linken Gehirnseite.

Fragen wir uns nun, worin die Ursache der stärkeren Entwicklung der rechten Seite, des rechten Arms sowohl wie des rechten Beins liegt, so hat man neuerdings noch den Nachweis versucht (Dr. Lüddeckens), daß die Art der Krümmung der Aorta und die Lage der aus dem Aortenbogen abgehenden Schlagadern einen vermehrten Blutdruck und größere Blutzufuhr in der linken Kopfhälfte und insbesondere in dem linksseitigen Gehirnteil bedingen, gegenüber der rechten Kopf- und Gehirnseite. Die Richtung des Blutstroms aus dem Herzen geht zunächst gegen die rechte Wand des aufsteigenden Teils der Aorta und wendet sich von da direkt gegen die Ausmündung zu der linken Kopf- und Schlüsselbeinschlagader (s. Fig. 310). Wie unten noch gezeigt werden soll, gehen die rechts- und linksseitigen Nervenfasern des Rückenmarks vor Eintritt in das Gehirn eine Kreuzung ein derart, daß die Bewegungsanregungen für die rechte Körperhälfte ausgehen von der linken Gehirnseite und umgekehrt. Günstigere Blutzufuhrverhältnisse zur linken Gehirnseite bedeuten für diese, im Gegensatz zur rechten Seite, eine stärkere Entwicklung und erhöhte Tätigkeit und damit einen erhöhten Nerveneinfluß auf die von hier aus versorgte rechte Körperseite. — Diese Annahme hinsichtlich der Blutversorgung der linken Gehirnseite wird auch noch durch andere Tatsachen gestützt, auf die einzugehen hier nicht der Ort ist.

Rechte Kopfschlagader
Linke Kopfschlagader
Rechte Schlüsselbeinschlagader
Linke Schlüsselbeinschlagader
Unbenannte Schlagader
Aufsteigender Bogen der Aorta
Absteigender Bogen der Aorta
Richtung des Blutstroms vom Herzen.

Fig. 310. Der Bogen der Aorta und seine Abzweigungen.

Nun unterliegt aber die Art, wie die Kopf- und Schlüsselbeinschlagadern vom Bogen der Aorta entspringen, häufig Abweichungen. Beide Gefäße können z. B. rechts

gesonderten Ursprung haben; sie können auch links aus einer gemeinsamen unbenannten Ader hervorgehen; es kann die linke Schlüsselbeinschlagader noch vor der rechten, sich mit dieser kreuzend, von der Aorta abgehen usw. Solche Abweichungen in dem Ursprung dieser Blutgefäße hat man nun wiederholt bei den Leichen solcher Menschen gefunden, welche während ihrer Lebenszeit ausgesprochene Linkshänder waren.

Abweichungen im Ursprung der Kopf- und Schlüsselbeinschlagadern.

Alles dies bestärkt die Vermutung, daß die größere Kraft und Geschicklichkeit des rechten Arms und der rechten Hand ebensowohl wie die selten vorkommende größere Leistungsfähigkeit der linken Hand auf bestimmten anatomischen, von vornherein im Körperbau des Menschen begründeten Verhältnissen beruhen, insbesondere auf den Unterschieden in der Blutzufuhr zur rechten und zur linken Kopfhälfte.

Ungleichheit von rechter und linker Körperseite.

Haben wir nun diese Ungleichheit von rechter und linker Körperseite als einen Mangel oder als einen Vorzug zu betrachten? Ich meine als letzteres, und zwar aus folgenden Gründen. Die Vervollkommnung aller Lebewesen beruht auf dem Prinzip der Arbeitsteilung. Nun dienen die Gliedmaßen der Wirbeltiere vorzugsweise der Fortbewegung. Diejenigen Tiere, bei welchen dieser Zweck so gut wie ausschließlich vorherrscht, sind die wehrlosesten, z. B. die Ein- und Zweihufer. Das Gebiß, sowie bei manchen der mit Horn oder Geweih bewaffnete Kopf sind fast ihre einzige und recht ungefüge Waffe. Anders, wenn schon die Tatze zum Schlagen, Fassen und Reißen benutzt werden kann. Indes beim Menschen tritt erst eine Arbeitsteilung der Gliedmaßen derart ein, daß der Fuß der Fortbewegung allein dient, während die Hand, das unvergleichliche „Werkzeug aller Werkzeuge", wenn von entsprechender Intelligenz geleitet, den Menschen zum tatsächlichen Herrn der Schöpfung erhebt. Zwar ist der Affe anscheinend — denn die Hinterhände der Affen haben anatomisch den Bau von Füßen — sogar mit vier Händen versehen, aber selbst die so geschickten Vorderhände des Affen in ihrem langen schmalen Bau, mit dem kurzen Daumen, den dünnen welken und runzligen Ballen, sind doch nur ein Zerrbild der edlen Menschenhand, sind vorzugsweise Greif- und Kletterorgane und dienen vornehmlich der Ortsbewegung (s. o. Fig. 148 u. 149). Die Menschenhand dagegen dient ja auch gelegentlich einmal, beim Klettern, Hangeln, Kriechen, Schwimmen usw. zur Ortsbewegung — indes das will sehr wenig besagen gegenüber der Verwendung der Hand in ihrer bewunderungswürdigen Fertigkeit zu den mannigfachsten Hantierungen des Lebens.

Nun werden aber zu den kunstfertigsten Arbeiten die Hände meist so gebraucht, daß die eine Hand, und zwar die rechte, die eigentliche feinere Arbeit ausführt, während der linken mehr die unterstützende Rolle des Handlangers, die Tätigkeit des Haltens, des Zulangens usw. zufällt. Während die Rechte schreibt oder zeichnet, hält die Linke das Blatt oder Heft; während die Rechte näht, spannt und hält die Linke den Saum; während die Rechte malt, trägt die Linke Palette und Malstock usw. Am Klavier fällt der Linken die „Begleitung" zu; an der Violine umgreift sie die Saiten, während die Rechte den Bogen führt — kurz, in den meisten Fällen hat die Linke die Rechte in ihrer Tätigkeit zu unterstützen, ist die Dienerin der Rechten. Diese Arbeitsteilung zwischen rechter und linker Hand — bei keinem Tiere bestehen solche Unterschiede im Gebrauch der vorderen Gliedmaßen — ist es, welche die Gebrauchsfähigkeit und Geschicklichkeit der Menschenhände so außerordentlich gesteigert hat. An diese Bevorzugung der rechten Hand ist unser Auge gewöhnt und darauf eingelernt, eben danach ist unser Handwerkszeug eingerichtet und gebaut. Welcher Verlust an Zeit und Mühe wäre es, und wie weit würden wir in der Entwicklung der Handfertigkeit zurückbleiben, sollte jede Hantierung gleicherweise mit der Rechten wie mit der Linken — etwa der harmonischen Ausbildung wegen — gelernt werden; sollten wir sowohl mit der rechten Hand nach rechts wie mit der linken nach links, also

in „Spiegelschrift", schreiben lernen, oder zeichnen, nähen, schneiden usw. Bezüglich der Schrift müßte unser Auge dann erst mühsam lernen, auch nach links hin mit der Linken geschriebene Schrift zu lesen. Dies ist außerordentlich schwierig; wo uns solche Linksschrift vorkommt — der große Leonardo da Vinci schrieb seine umfangreichen Handschriften in Spiegelschrift mit der linken Hand — halten wir sie bekanntlich vor den Spiegel, um im letzteren die so in Rechtsschrift verwandelten Buchstaben und Wörter zu entziffern.

Die Arbeitsteilung zwischen rechts und links ist ein mächtiges Mittel zur Steigerung menschlicher Geschicklichkeit gewesen — und daher als ein großer Vorzug zu betrachten.

Einseitig ausgeführte Übungen.

Auf unseren Übungsplätzen werden manche Fertigkeiten ebenfalls nur rechts — eine Ausnahme machen die wenigen linkshändigen Turner und Spieler — ausgeführt. Den Ball, den Ger, den Diskus, die Kugel, den Stein schleudern, werfen oder schlagen wir mit der Rechten; Säbel und Stoßfechtel führen wir mit der Rechten; den Pfeil senden wir mit der Rechten vom Bogen, drücken den Hahn an Armbrust und Flinte mit dem rechten Zeigefinger und zielen über das Korn mit dem rechten Auge usw.

Wenn beim Turnen im engeren Sinne auch der Grundsatz befolgt wird, jede Übung widergleich, d. h. rechts und links auszuführen, so ist es zwecklos, diesen Grundsatz auch bei solchen gymnastischen Fertigkeiten durchzuführen, die als Brauchkunst im Leben verwertet, nicht anders als mit Bevorzugung der rechten Seite ausgeführt werden. Im Gegenteil, bei allen Übungen, wo infolge der vorhandenen Naturanlage die Ausführung mit stets derselben Körperseite bevorzugt wird und besser gelingt, gibt einseitige Übung die größte Leistungsfähigkeit. Letztere bleibt hinter der möglichen Leistungshöhe zurück durch unbedingte Befolgung des Grundsatzes beidseitiger Übung.

Daher ist für den Wurf in seinen mannigfachen Formen, für das Schlagen und Fechten, für den Sprung — Freisprung wie Stabsprung — und ähnliche Übungen die Forderung beidseitig gleicher Ausbildung zwecklos und ein Hemmnis für die volle Entwicklung der Leistungsfähigkeit.

Für Übungen dagegen, bei welchen nicht ein bestimmtes Ergebnis das wichtigere, sondern das Übungsziel in der Kräftigung bestimmter Muskelgruppen, in der Erhöhung der prompten Zusammenarbeit zahlreicher Bewegungsnerven liegt, ist mit vollem Recht gleiche Ausbildung rechts wie links zu fordern.

§ 131. Die Blutadern oder Venen.

Die Blutadern.

Indem die Schlagadern sich mehr und mehr verästeln, und zu immer feineren Zweigen werden, lösen sie sich schließlich in das engmaschige Netz der Haargefäße auf (Fig. 311). In der Anordnung seiner Maschen paßt sich das Haargefäßnetz der Art des Gewebebaues an. In den fasrigen Muskeln und Nerven erscheinen die Haargefäße langgestreckt, in den Geweben mancher Drüsen, wo sie rundliche Räume umschließen, bilden sie korbartige Netze usw. Die Haargefäße sammeln sich nun weiterhin zu Blutaderstämmchen; sie bilden also gewissermaßen die Wurzeln der Blutadern.

Haargefäße.

B S

Fig. 311. Ast eines Schlagaderstämmchens (S), der sich in Haargefäße auflöst. Diese sammeln sich in der kleinen Blutader B (bei stärkerer Vergrößerung).

Die Blutadern sind zahlreicher als die Schlagadern. Ihre Wand ist dünn und dehnbar. Sie zeigen keine Puls-

bewegung. Das in ihnen befindliche Blut ist – mit Ausnahme der Lungenvenen, welche hellrotes, in den Lungen bereits gereinigtes Blut führen – dunkelrot gefärbt.

Tiefliegende Blutadern

Die tiefer im Körpergewebe belegenen Schlagadern werden gewöhnlich von zwei Blutadern begleitet; außerdem besteht dicht unter der Haut im Unterhautzellgewebe ein reich entwickeltes Netz von Blutadern (Hautvenen, s. Fig. 312). Man sieht sie als bläuliche Streifen oder gar als dicke blaue Stränge deutlich unter der Haut hervorschimmern. Namentlich schwellen sie an bei starker körperlicher Arbeit, und hier besonders dann, wenn diese Arbeit mit dem Vorgang der Pressung (Anstrengung) verbunden ist. Denn das rechte Herz ist dabei an der Entleerung seines Inhalts behindert, so daß das Blut in dem Blutadersystem zurückgestaut wird. So treten die Hauptblutadern prall gefüllt unter der Haut hervor am Arme, am Hals und am Kopf z. B. beim anstrengenden langsamen Heben einer schweren Hantel und bei ähnlichen Leistungen.

Oberflächlich gelegene Blutadern (Hautvenen).

Diese oberflächlichen Blutadern sind durch zahlreiche Zwischenäste mit den tiefliegenden Blutadern vielfach verbunden.

Blutaderklappen.

Das Blut in den Blutadern fließt nach dem Herzen hin sehr träge, so daß die Blutbewegung hier sehr leicht Störungen ausgesetzt ist. Der Blutstrom in den Blutadern wird aber dadurch unterstützt, daß sich in den Blutadern, namentlich der Gliedmaßen, Klappen befinden, säckchenartige Faltungen der inneren Venenhaut. Sie sind so gerichtet, daß sie den Zustrom des Blutaderblutes zum Herzen nicht hindern, sich dagegen füllen und das Gefäß verschließen, sobald das Blutaderblut in der umgekehrten Richtung strömen will (Fig. 313). An manchen oberflächlichen Blutadern zeigt sich bei starker Füllung – z. B. auf dem Handrücken und der Innenseite des Unterarmes bei herabhängendem Arm – die Lage solcher Venenklappen in Form von knötchenförmigen Erhabenheiten angedeutet.

Hohlvenen.

Die Blutadern des Körpers fließen – abgesehen von den Lungenblutadern – zuletzt zusammen zu den beiden großen Hohlvenen, und zwar führt die obere Hohlvene das Blut aller Blutadern der oberhalb des Zwerchfells gelegenen Körperteile; die untere Hohlvene das Blut der unterhalb des Zwerchfells gelegenen Blutadern.

Fig. 312. Die oberflächlichen Blutadern des Armes.

Pfortadersystem.

Einen besonderen Verlauf nehmen die Blutadern der Baucheingeweide, bevor sie ihr Blut dem der unteren Hohlvene beimischen. Sie sammeln sich nämlich in einem gemeinsamen Stamme, der Pfortader. Diese verästelt sich in der Leber von neuem, und löst sich in Haargefäße auf, welche die Leberläppchen umspinnen.

Hier sondert die Leber bestimmte Stoffe aus dem Pfortaderblut ab und bereitet aus einem Teil dieser Stoffe die Gallenflüssigkeit. Diese Haargefäße sammeln sich sodann wieder zu neuen Blutadern, und letztere sammeln sich zu den Lebervenen, welche in die untere Hohlader münden.

§ 132. Der Kreislauf des Blutes.

Der Weg, den das Blut durch das geschlossene Röhrensystem des Herzens, der Pulsadern, der Haargefäße und der Blutadern nimmt, ist im vorhergehenden schon angedeutet. Man nennt diese Bewegung der Blutmasse den Kreislauf des Blutes, und unterscheidet einen großen und einen kleinen Kreislauf (Fig. 314).

Fig. 313. Klappen einer aufgeschnittenen größeren Blutader, in die eine kleinere Blutader seitlich einmündet. — Die Pfeile geben die Richtung des Blutstromes an.

Der Blutkreislauf.

Großer Kreislauf.

1. Der große Kreislauf. Das aus den Lungen kommende sauerstoffreiche hellrote Blut (dasselbe hat etwa die Farbe feinen roten Siegellacks) geht von der linken Herzvorkammer in die linke Herzkammer, und wird durch deren Zusammenziehung in die große Hauptschlagader gepreßt, welche das Blut zu den Schlagadern des Körpers befördert. Die größeren Schlagaderstämme teilen sich in immer feinere Schlagadern, und diese endlich lösen sich auf in die allenthalben im Körper vorhandenen Haargefäße, die so dicht sind, daß der Stich einer feinen Nadel an keiner Körperstelle tiefer eindringen kann, ohne auf Haargefäße zu treffen und diese zu verletzen, so daß Bluttropfen aus solcher Stichöffnung austreten oder doch ausgepreßt werden können. In den Haargefäßen ist es, wo das Blut an die Körpergewebe Sauerstoff und Nährstoffe abgibt, und dafür Kohlensäure und andere verbrauchte Stoffe zur Ausscheidung aufnimmt. Durch die Sauerstoffabgabe und Kohlensäureaufnahme verändert das Blut in den Haargefäßen seine Farbe: es wird dunkelrot. Die Haargefäße sammeln sich nun weiterhin zu kleinen Blutadern — den „Blutaderwurzeln" — und letztere zu größeren Blutadern, die schließlich sich immer weiter zu großen Blutaderstämmen vereinend das gesamte Blutaderblut in den beiden Hohlvenen zum Herzen führen. Die Hohlvenen ergießen ihr Blut in die rechte Herzkammer. Damit ist der große Kreislauf abgeschlossen.

Kleiner Kreislauf.

2. Der kleine Kreislauf. Das dunkle Blutaderblut nimmt seinen Weg weiter von der rechten Herzvorkammer zur rechten Herzkammer, und diese preßt das Blut in die Lungenschlagader, welche also im Gegensatz zu den Körperschlagadern nicht hellrotes, sondern dunkles Blutaderblut führt. Die Lungenschlagader verzweigt sich baumförmig in den Lungen und löst sich in Haargefäße auf, welche die Lungenbläschen umspinnen. Hier findet nun eine Reinigung des Blutes derart statt, daß der frisch eingeatmeten Lungenluft Sauerstoff entnommen, und Kohlensäure zur Herausbeförderung mittels der Ausatmung an sie abgegeben wird. Dadurch gewinnt das Blut in den Haargefäßen der Lunge eine hellrote Farbe. Diese Haargefäße mit gereinigtem sauerstoffreichen Blut sammeln sich zu den kleineren Lungenblutadern und diese zu größeren Stämmen, den Lungenvenen, welche in die linke Herzvor-

kammer münden. Damit ist der kleine Blutkreislauf beendet und es beginnt wiederum der große Blutkreislauf vom linken Herzen aus.

Das linke Herz beherrscht also den großen Blutkreislauf, das rechte den kleinen. Es sind zwei verschiedene Stellen des Blutkreislaufs, an denen die Triebkraft des rechten und die des linken Herzens eingreift. Zwei an getrennten Orten arbeitende Muskeln sind mithin im Herzen räumlich zu einem Organ verbunden — dies ist

Fig. 314. Schematische Darstellung des Blutkreislaufs. Die Gefäße und Herzräume, welche Schlagaderblut enthalten, sind hell, die, welche Blutaderblut enthalten, dunkel getönt. In den Haargefäßnetzen des großen wie des kleinen Kreislaufs gehen die Tönungen ineinander.

äußerst vorteilhaft, weil die beiden Herzhälften gleichsinnig und gleichzeitig zu arbeiten haben. Nur dadurch, daß mit jeder Herzzusammenziehung gleichzeitig eine gleiche Menge Blut von der rechten Herzkammer in die Lungenschlagader, von der linken Herzkammer in die große Körperschlagader geworfen wird, und daß gleichzeitig während der Herzerschlaffung, die nach jeder Herzzusammenziehung folgt, die rechte wie die linke Herzvorkammer mit Blut — jene aus den Hohl-, diese aus den Lungenvenen — sich füllen, ist der große wie der kleine Blutkreislauf ein ununterbrochen gleichmäßiger.

§ 133. Blutdruck und Herztätigkeit.

Blutdruck und Herztätigkeit.

Die Blutflüssigkeit, welche in dem geschlossenen Röhrensystem unserer Blutgefäße vorhanden ist, übt auf die geschlossenen Wände der Blutgefäße überall einen mehr oder minder starken Druck aus. Der höchste Blutdruck ist unmittelbar am Herzen. Er beträgt in der Aorta gegen 2 m (oder 140 – 160 mm Quecksilber). Weiterhin in den Verästelungen der kleinen Schlagadern nimmt der Blutdruck stetig ab, sinkt noch tiefer in den Haargefäßen und Blutadern, und wird schließlich in den großen Blutaderstämmen dicht am Herzen negativ. Die Blutadern sind daher für gewöhnlich schlaff und unvollständig gefüllt. Dadurch, daß also an verschiedenen Stellen des Stromsystems Druckunterschiede vorhanden sind, so daß die Blutflüssigkeit von den Stellen, wo höherer Druck vorhanden ist, abfließt nach den Stellen, wo der geringere Druck ist, entsteht die Strombewegung des Blutes. Diese Druckunterschiede schafft das Herz, indem es aus den Hohlvenen (rechtes Herz) und den Lungenvenen (linkes Herz) eine gewisse Blutmenge entnimmt und in die Schlagadern preßt. Der beständige Druck der elastischen gespannten Wände der Schlagaderrohre ist es, welcher die Druckunterschiede weiterhin unterhält. Die Klappen des Herzens und der Blutadern bewirken, daß die so erzeugte Strombewegung immer nur in einer Richtung erfolgen kann.

Die Herzbewegung besteht in stetem Wechsel von Zusammenziehung und Ausdehnung. Bei der Zusammenziehung, die mit der Zusammenziehung der Vorkammern beginnt, wird das Blut aus den Vorkammern in die Herzkammern und weiter aus den Herzkammern in die Schlagadern gepreßt. Dann folgt eine Pause, während derer das leer gewordene erschlaffte Herz sich wieder füllt. Das Herz arbeitet also wie eine Saug- und Druckpumpe.

Bei jeder Zusammenziehung des Herzens richtet sich die Herzspitze nach vorn und oben auf und schlägt gegen die Brustwand an, und zwar meist im 5. Zwischenrippenraum. Diese Erscheinung, welche dem tastenden Finger deutlich fühlbar ist, nennt man den Herzstoß.

Herzstoß.

Legt man das Ohr auf die Herzgegend, namentlich in der Gegend des Herzstoßes, so hört man bei jedem Herzschlag zwei Töne, und zwar einen ersten dumpfen und längeren Herzton, und einen zweiten hellen, klappenden und kurzen Ton. Das Verhältnis dieser Töne und der folgenden Pause würde sich musikalisch folgendermaßen ausdrücken.

Herztöne.

Bu - túp bis Bu - túp

Der erste Herzton entsteht durch die Zusammenziehung des Herzmuskels (Muskelgeräusch), der zweite durch den Zusammenschluß der halbmondförmigen Klappen.

§ 134. Die Herznerven.

Herznerven.

Die für gewöhnlich in streng rhythmischem Wechsel von Erschlaffung und Zusammenziehung erfolgende Arbeit des Herzens vollzieht sich wie jede andere Muskelarbeit unter dem Einfluß von Nerven, die ihrerseits wieder von Nervenzellen aus-

gehen und von diesen aus erregt werden. Diese Nerventätigkeit erfolgt rein automatisch, d. h. unwillkürlich. Unser Wille hat auf Art und Umfang der Herzbewegungen keinerlei Einfluß.

Die Nervenzellen, von welchen die Anregung zur Herzarbeit ausgeht, wenn nicht, wie Engelmann wahrscheinlich gemacht hat, die Muskelfasern des Herzens allein schon die Fähigkeit besitzen, rhythmisch zu arbeiten — liegen in keinem unserer größeren nervösen Zentralorgane, sondern als besondere Anhäufung von Nervenzellen (Ganglien) in der Herzwand selbst. Das aus dem Körper ausgeschnittene Herz, z. B. eines Frosches, bewegt sich daher eine geraume Zeitlang im gewohnten Rhythmus weiter. Dieses selbständig arbeitende Nervenzentrum des Herzens steht aber wieder in Verbindung mit Nervenfasern, die von außen an das Herz herantreten, und einen regulierenden Einfluß auf die Herzarbeit ausüben. Dies sind erstens Fasern des 10. Gehirnnervenpaares, des Lungenmagennerven, und zweitens Fasern, welche vom sympathischen Bauchnervengeflecht zum Herzen hinüberziehen. Die ersteren Nerven üben einen hemmenden, d. h. die Herzbewegungen verlangsamenden Einfluß aus, die letzteren beschleunigen die Herzarbeit.

Diese Einrichtung arbeitet mit einer wunderbaren Genauigkeit, so daß die Herzarbeit sich jeder veränderten Leistungsanforderung augenblicklich anpaßt.

Einfluß der Atmung auf die Herzbewegung.

§ 135. Einfluß der Atmung und der Pressung auf die Herzbewegung.

Da unser Herz vom Lungengewebe umgeben ist, so übt die Atemtätigkeit in ihrem Wechsel von Einatmung und Ausatmung und den dadurch bedingten Druckunterschieden im geschlossenen Brustraum einen gewissen Einfluß auf die Herztätigkeit aus.

Bei der Einatmungsstellung, bei welcher durch die Vergrößerung des Brustraums die Lungenluft verdünnt wird, übt die Lunge auf das Herz einen Zug aus, der die Vorkammern sich zwar leicht füllen, aber nur unvollkommen entleeren läßt; umgekehrt wird bei der Ausatmung, bei welcher die Lungenluft zusammen- und ausgepreßt wird, zwar die Entleerung der Herzkammern durch den Druck der Luft in den Lungen gefördert, aber die Füllung der Vorkammern erschwert. Diese Einwirkungen machen sich bei sehr tiefem und heftigem Ein- und Ausatmen besonders geltend, während bei ruhigem Atmen die Herzarbeit am ungehindertsten vor sich geht.

Es ist also die Einatmung, welche die Füllung der Vorkammern erleichtert, und geradezu ansaugend auf den Zufluß des Venenblutes zum Herzen wirkt, während die Ausatmung die Entleerung des Herzens in die Schlagadern begünstigt.

Einfluß des Vorganges der Anstrengung oder Pressung.

Letzterer Einfluß der Ausatmung wird aber besonders stark, und die Herzarbeit geradezu erschwerend, bei dem schon besprochenen Vorgang der Anstrengung oder Pressung. Bei diesem wird, um den Muskeln des Oberarms und der Schultern festen Ansatz zu geben, der Brustkorb festgelegt, und zwar so, daß nach vorheriger tiefer Einatmung bei geschlossener Stimmritze eine starke Ausatmungsbewegung gemacht wird. Es wird also die am Entweichen gehinderte Luft im Brustkorb durch die heftige Zusammenziehung der Ausatmungsmuskeln möglichst zusammengepreßt, und zwar je nach Art des durch die Anspannung höchster Muskelkraft zu überwindenden Hindernisses für einen kurzen Augenblick oder gar für eine größere Zahl von Sekunden (letzteres z. B. bei langsamem Hantelstemmen). Dieser starke Druck innerhalb des Brustkorbs fördert zwar in hohem Grade und augenblicklich die Entleerung der Herzkammern in die Schlagadern. Aber der anhaltende starke Druck

beim Ausbleiben der ansaugenden Einatmung preßt die schlaffen Wände der großen Venen dicht am Herzen und die der Herzvorkammern zusammen und hindert deren Füllung. Die Folge davon ist, daß während der Dauer der Anstrengung das Blutadersystem, da es sein Blut nicht in die Herzvorkammern ergießen kann, stark überfüllt ist. Daher wird während der Anstrengung das Gesicht rot, die Hauptblutadern auf der Stirn, am Halse usw. treten prall gefüllt hervor. Gleichzeitig ist das Schlagadersystem wenig gefüllt. Die ernährende Kranzader des Herzmuskels selbst hat sich fast entleert. Gerade in dem Augenblick, wo das Herz, gegen den Druckwiderstand der Lunge ankämpfend, stärker arbeiten soll, fehlt ihm die nötige Sauerstoffzufuhr.

Einwirkung nach Aufhören der Pressung.

Mit Aufhören der Anstrengung wird das Bild ein anderes. Mit hörbarem Zischen entweicht aus dem geöffneten Munde die bisher zusammengepreßte kohlensäureüberladene Lungenluft und es folgt eine tiefe Einatmung. Damit sind die Hindernisse für den Kreislauf überwunden — und mit sonst nicht vorhandenem Druck und in übergroßer Menge stürzt das zurückgestaute Venenblut nun in das rechte Herz, dieses für den Augenblick über die Norm ausdehnend.

Wir haben also bei dem Vorgang der Anstrengung, abgesehen von der Störung des Kreislaufs, zweierlei schädigende Einflüsse auf das Herz zu verzeichnen:

1. Entleerung der ernährenden Schlagader des Herzens und damit mangelnde Sauerstoffzufuhr zu dem arbeitenden Herzmuskel.

2. Heftiges plötzliches Einströmen des zurückgestauten Venenblutes in das — weil muskelschwächere — wenig widerstandsfähige rechte Herz und womöglich vorübergehende Erweiterung des rechten Herzens.

Atemnot.

Genau entgegengesetzt in bezug auf die Blutverteilung und auf die Druckverhältnisse im Brustraum liegt die Sache bei der Atemnot, wie sie nach heftigen Schnelligkeitsübungen eintritt. Es wird davon später ausführlicher die Rede sein. Hier sei nur bemerkt, daß bei der Atemnot die Lungen und das Herz blutüberfüllt sind; insbesondere ist das Herz gedehnt, sind die Körpervenen blutleer (daher blasse Gesichtsfarbe!) und herrscht im Brust- und Bauchraum negativer Druck (s. u. Fig. 318 und 319).

§ 136. Die Pulsbewegung.

Pulsbewegung.

Der Anschlag der Blutmenge, die bei jeder Zusammenziehung der Herzkammern in das elastische Rohr der Schlagader geworfen wird, erzeugt eine Welle, welche sich mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 9,24 Metern in der Sekunde über die Schlagadern hin vom Herzen her fortpflanzt und schließlich in den Haargefäßen erlischt. Diese Pulswelle ist an allen Schlagadern wahrnehmbar; bei oberflächlicher gelegenen Schlagadern durch den aufgelegten Finger deutlich zu fühlen. Am leichtesten an der Speichenschlagader kurz vor dem Handgelenk, weshalb auch diese Stelle zur Prüfung des Pulsschlages mit dem Finger, oder zur Aufzeichnung der Pulsbewegung mittels besonderer Instrumente (s. u.) vorzugsweise gewählt wird.

Häufigkeit des Pulses.

Die Häufigkeit des Pulsschlages ist in den verschiedenen Lebensaltern eine verschiedene; beim weiblichen Geschlecht ist die Pulszahl im Durchschnitt eine etwas höhere.

Folgende Ziffern werden als durchschnittliche angegeben:

Alter:		Zahl der Pulsschläge in der Minute:
Neugeborenes Kind		130 – 140
1. Lebensjahr		120 – 130
3. „		100
5. „		90 – 94
10. „		90
10. – 15. „		78
15. – 50. „	beim Manne	71 – 72
	beim Weibe	80
70. „		79
80. – 90. „		über 90

Auf die Zahl der Pulsschläge hat aber auch die Körperlänge einen Einfluß. Gleichalterige Personen von verschiedener Körperlänge zeigen bei kleinerem Wuchs eine höhere Pulszahl als bei größerem Wuchs. Der Unterschied beträgt etwa 3 – 5 Pulsschläge in der Minute bei Erwachsenen.

Es ist ferner im Stehen der Puls um einige (9) Schläge häufiger als im Sitzen, und im Sitzen um etwa 3 Schläge häufiger als im Liegen.

Sonstige Einflüsse auf die Pulszahl sind:

1. Krankheitserscheinungen. Namentlich steigert das Fieber (Erhöhung der Blutwärme über 38°) die Pulszahl.

Einfluß der Muskelbewegungen.

2. Muskelbewegungen, und zwar in um so höherem Maße und um so schneller, je größer die in der Zeiteinheit geleistete Gesamtarbeit der Muskulatur ist, und je weniger die Muskulatur zu solchen Leistungen geübt ist. Deshalb sind es vor allem die Schnelligkeits- sowie die allgemeinen Kraftübungen, welche die Pulszahl ganz bedeutend und so gut wie augenblicklich steigern.

Beispiele: Bei einem schnellsten Lauf (Wettlauf), z. B. über 200 Meter in etwa 25 Sekunden, kann der Puls in dieser kurzen Zeitspanne von 75 Pulsschlägen in der Minute hinaufschnellen auf 150 – 200 ja noch mehr Pulsschlägen bei Ankunft am Ziele.

Ähnlich steigt die Pulsziffer auf 150 – 200 und mehr beim schnellen und schnellsten Radfahren. Wird solches länger fortgesetzt, so fällt trotz beibehaltener gleicher Schnelligkeit der Bewegung die Pulsziffer wieder – schon ein Zeichen von Ermüdung des Herzens.

Denn die Steigerung der Pulszahl bei heftigen Leibesübungen als Ausdruck stark gesteigerter Herzarbeit ist eine im Wesen der dabei stattfindenden Vorgänge innerhalb des Körpers begründete physiologische Erscheinung.

Einfluß des Tranierens.

3. Während des Tränierens zu Höchstleistungen, mit bestimmtem Maß täglicher Übung, bestimmter Kost, Enthaltung von Genußmitteln usw. sinkt bei Ruhe die Pulszahl unter die Norm. Nach den Beobachtungen von Kolb betrug die Pulszahl bei Ruderern während des Tränings (es handelte sich um kräftige junge Leute von 20—25 Jahren) morgens im Durchschnitt 63, und blieb den ganzen Vormittag unter 70. Die geringsten Ziffern, die er beobachtete, waren 58 und 45 Pulsschläge in der Minute.

4. Der Puls wird endlich gesteigert durch starke geistige, sowie durch geschlechtliche Erregungen. –

Unregelmäßigkeit des Pulsschlags.

Der gesunde Pulsschlag erfolgt in regelmäßigem Rhythmus. Unregelmäßigkeiten des Rhythmus kommen jedoch dauernd (als krankhafte Erscheinungen) oder zeitweise vor. Solche Unregelmäßigkeiten sind: 1. Aussetzen des Pulses; bei

sonst regelmäßigem Pulsschlag bleibt wiederholt ein Pulsschlag aus. 2. Kleinerwerden und Wiederanwachsen der Höhe der Pulswellen, bei sonst rhythmisch erfolgenden Pulsschlägen. 3. Vollständig unregelmäßiger ohne Rhythmus erfolgender Puls.

Diese Erscheinungen können vorübergehend eintreten nach heftigen Leibesübungen, z. B. nach Höchstleistungen in Schnelligkeitsübungen wie Laufen, Radfahren, Rudern usw. oder während und nach heftigen Kraftübungen wie Stemmen schwerster Gewichte und Ringen. Es handelt sich dabei um Ermüdungserscheinungen des Herzens, die um so schneller zurückgehen, je mehr es sich um eine begrenzte kurze dauernde Schnelligkeits- oder Kraftleistung handelt, während bei heftigen Dauerleistungen die Wiederkehr zur Norm entsprechend langsamer erfolgt.

Stärke des Pulses.

Im vorhergehenden war schon erwähnt, daß die Höhe der Pulswellen eine verschiedene sein kann. Da die Pulswelle einen Maßstab der jeweiligen Herzkraft, sowie der Spannung der Schlagaderwände darstellt, so finden je nach dem Grad der Herzarbeit und der Spannung der Schlagaderrohre bedeutende Unterschiede in der Stärke der Pulswelle statt. Es kann der Pulsschlag hart sein, so daß die Schlagader sich gespannt und hart anfühlt, oder weich, so daß die Schlagader leicht zusammendrückbar erscheint. Die Pulswelle kann an die prüfende Fingerkuppe mehr voll, oder mehr spitz anschlagen. Bei hartem und vollem Puls ist die Schlagaderwand stark gespannt, der Blutdruck hoch, die Herzarbeit kräftig. Umgekehrt ist die Herzarbeit eine matte, der Blutdruck gering bei weichem spitzen Puls.

§ 137. Aufzeichnung der Pulsbewegungen.

Aufzeichnung der Pulsbewegungen.

Da nach vorhergehendem die Beschaffenheit des Pulses nicht nur nach der Zahl der Pulsschläge in der Minute, sondern auch nach Größe und Fülle der Pulswelle ein Ausdruck der Art und des Umfangs der Herzarbeit ist, so ist es wichtig, ein genaues Gesamtbild der Pulsbewegung zu gewinnen.

Fig. 315. Der Pulszeichner von Marey (schematisch dargestellt.) — Beschreibung im Text.

Pulszeichner.

Zu solcher Aufzeichnung des Pulses bedient man sich des Pulszeichners (Sphygmograph). Ein solcher besteht in seiner einfachsten Gestalt (Pulszeichner von Marey, Fig. 320) darin, daß auf eine oberflächlich gelegene Schlagader (Speichenschlagader) das mit kleinem ovalen Polster P versehene Ende einer Feder F andrückt. Die Pulsbewegung der Schlagader wird also das angedrückte Ende der Feder leicht auf und ab bewegen. Die Übertragung dieser Bewegung geschieht dadurch, daß sich senkrecht auf dem bewegten Ende der Feder eine kleine Zahnstange Z erhebt. Diese greift in eine kleine Rolle R ein, von deren Achse sich ein leichter Holzhebel H fast parallel mit der elastischen Feder erstreckt. Die zarte Spitze S dieses Schreibhebels berührt ganz leicht ein Täfelchen T, welches durch ein Uhrwerk

vollkommen gleichmäßig an der Spitze vorbeigeführt wird. Die Oberfläche dieses Täfelchens besteht aus weißem glatten Karton, der schwarz berußt ist. Bei Vorbeiführung dieser Schreibfläche kratzt die Spitze des Schreibhebels die Bewegung des Pulses auf sie ein. Es erscheint so auf dem schwarzen Grunde eine weiße Linie mit regelmäßigen Wellenbergen und -tälern, welche aufeinanderfolgenden Pulsschlägen entsprechen: die Pulskurve (Sphygmogramm).

Ähnliche Instrumente erfanden Landois, Duggeon, v. Frey u. a.

Pulskurve.

An jeder Pulskurve (Fig. 317) unterscheidet man den kurzen aufsteigenden Kurvenschenkel, den Gipfel, und den längeren absteigenden Kurvenschenkel. Während der aufsteigende Schenkel (Erhebung der Pulswelle) stets eine einfache Linie darstellt, zeigt der absteigende (Sinken der Pulswelle) noch eine oder mehrere kleinere Erhebungen. Worauf letztere beruhen, ist streitig, und kann hier übergangen werden.

Fig. 316. Drei Pulsschläge mit dem Sphygmographen aufgenommen. P der Gipfel der Kurve des ersten Pulsschlages.

G. Kolb war es namentlich, der den Pulszeichner benutzte, um einen Einblick in die Wirkung einer Reihe von Leibesübungen auf das Herz zu gewinnen. Einigen seiner so gewonnenen Kurven werden wir weiter unten begegnen.

Stromgeschwindigkeit des Blutes.

§ 138. Stromgeschwindigkeit des Blutes.

Die Hauptschlagader teilt sich derart, daß die Summe der Querschnitte ihrer Äste, je mehr sich diese verzweigen, immer mehr den Querschnitt des Anfangs der Schlagader übertrifft. Die Summe der Querschnitte aller Haargefäße ist sogar 700 mal größer als der Querschnitt der Hauptschlagader dicht am Herzen. Indem sich die Haargefäße weiterhin wieder zu Blutadern sammeln, wird das Strombett wieder verengt, ist aber schließlich in den Hohlvenen immer noch weiter als der Anfang des Schlagadersystems.

Da sich in gleicher Zeit durch jeden Querschnitt eine gleiche Blutmenge drängen muß, so ist die Stromgeschwindigkeit naturgemäß um so größer, als das Strombett enger, und um so geringer, als das Strombett weiter wird.

Die Geschwindigkeit des Blutstroms beträgt:

in der Hauptschlagader:	260 mm	in der Sekunde
in den Haargefäßen:	0,5 – 0,8 mm	„ „ „
in den großen Blutadern:	225 mm	„ „ „

Kreislaufzeit.

Die gesamte Kreislaufzeit, während welcher die aus dem Herzen ausgepreßte Blutmenge also wieder zum Herzen zurückkehrt, entspricht durchschnittlich 27 Herzzusammenziehungen. Sie beträgt:

Alter	Pulszahl	Sekunden
3 Jahre	108	15
14 Jahre	87	18,6
beim Erwachsenen	72	22,5

Es werden jedoch auch größere Zeiten bis zu 60 Sekunden für den Erwachsenen angegeben (Tigerstedt, Lewy).

Im Mittel wird 1 kg Körper durchströmt in der Minute:

im Alter von 3 Jahren	von	306 g Blut
„ „ „ 14 „	„	246 „ „
beim Erwachsenen	„	206 „ „

§ 139. Blutverteilung im Körper.

Die Blutverteilung in den einzelnen Körperteilen ist keine gleichmäßige, sondern wechselnd. Ein Organ wird um so blutreicher, je mehr es tätig ist, sein Blutgehalt kann bei Tätigkeit bis gegen 50% gegenüber dem Blutgehalt bei Ruhe des Organs zunehmen. Bei den Muskeln ist die Zunahme der Blutfülle bei der Zusammenziehung eine noch größere. Indem tätige Organe stark blutreich werden, vermindert sich der Blutgehalt in den nicht tätigen Organen.

Blutverteilung.

Bei der Verdauung sind die Blutgefäße der Verdauungsorgane stark überfüllt, während Muskeln und Gehirn blutleerer werden. Daher herrscht während der Verdauung das Gefühl von Muskelmüdigkeit und Unlust zu angestrengter geistiger Arbeit.

Wird gleichwohl während der Verdauung starke Muskelarbeit unternommen, so füllen sich die arbeitenden Muskeln stark mit Blut — und die Verdauung wird verzögert.

Wird die Haut sehr blutreich (Erhitzung durch Sonnenstrahlen, heiße Bäder) und gerötet, so werden gleichzeitig die inneren Organe blasser und blutarmer. Während so die Haut dabei starken Schweiß absondert, wird gleichzeitig die Absonderung des Harns in den Nieren vermindert.

Daraus geht für die Zeit, welche zur Leibesübung verwendet werden soll, hervor, daß unmittelbar nach voller Nahrungsaufnahme jegliche stärkere Leibesübung die Verdauung verlangsamt, und daher nicht zuträglich ist. In die ersten zwei Stunden nach dem Mittagessen soll keine Turnstunde gelegt werden; ebensowenig soll man in diesen Stunden schwimmen, rudern, radfahren oder angestrengt marschieren.

Folgerungen für die beste Zeit zu Leibesübung.

§ 140. Die Arbeitsgröße des Herzens.

Die Arbeitsgröße des Herzens berechnet sich nach der Blutmenge, die das Herz unter einem gewissen Druck in die Schlagadern preßt. Das linke Herz wirft 60 bis 70 ccm Blut unter einem Drucke von 2 m in die Aorta. Die Arbeit des rechten Herzens beträgt ein Drittel der des linken. Die Gesamtarbeit des Herzens beträgt bei jeder Herzzusammenziehung also nahezu 0,2 m kg, in der Minute bei 67 Pulsschlägen 13,5 m kg, in der Stunde 815 m kg, so daß die tägliche Herzarbeit auf 20 000 m kg geschätzt werden kann. Bei angestrengter Muskelarbeit erhöht sich entsprechend auch die Herzarbeit (4—6fach). So wird z. B. bei 10stündiger körperlicher Arbeit (mit dem 4fachen an Herzarbeit gegenüber der Ruhe) sich eine tägliche Herzarbeit von 45 000 m kg ergeben.

Arbeitsgröße des Herzens.

Der Herzmuskel übertrifft im Verhältnis zu seinem Gewicht die unserem Skelettmuskel mögliche Leistungsgröße bis zum 4—5fachen. Das Herz ist mithin durch außerordentliche Leistungsfähigkeit ausgezeichnet vor den Skelettmuskeln. Dies aus folgenden Gründen:

Ursachen der Arbeitsfähigkeit des Herzens.

1. Das Herz arbeitet vom Erwachen der ersten Lebensäußerungen bis zum Erlöschen des Daseins unaufhörlich, ohne Ruh und Rast. Es ist der meistgeübte, der besttränierte Muskel.

2. Der Herzmuskel hat besonders günstige Verhältnisse bezüglich seiner Blutzufuhr wie Blutabfuhr. Dadurch werden lähmende Ermüdungsstoffe schnellstens weggeschwemmt, ihre Anhäufung vermieden.

3. Das Herz arbeitet automatisch und rhythmisch, und gehorcht nicht willkürlichen Nervenanregungen, wie die andere Körpermuskulatur. Das Beispiel der Atembewegungen, welche, wenn auch willkürlichen Einflüssen in gewissem Grade unterworfen, ebenfalls für gewöhnlich automatisch sich vollziehen, zeigt, wie wenig automatisch, d. h. unwillkürlich arbeitende Nervenzentren und Muskeln den gewöhnlichen Gesetzen der Ermüdung unterworfen sind.

Leistet doch auch die willkürliche Muskulatur die weitaus größten Arbeitssummen bei allen solchen Bewegungen, welche in gleichmäßigem Rhythmus wiederholt, wenigstens halb automatisch geworden sind, wie dies beim Gehen, Laufen, Radfahren, Rudern, oder auch bei gewerbsmäßigen Hantierungen, wie Hämmern, Dreschen usw. der Fall ist.

§ 141. Herzarbeit bei Muskelbewegung.

Herzarbeit bei Muskelbewegung.

Eine doppelte Aufgabe erwächst den Kreislauf- wie den Atemorganen bei der Muskelarbeit, nämlich: erstens den arbeitenden Muskeln mehr Sauerstoff zuzuführen; zweitens die Endprodukte der erhöhten Verbrennungsprozesse, und zwar ganz vornehmlich die Kohlensäure, aus dem Körper auszuscheiden.

Diesen erhöhten Anforderungen entsprechen Herz und Lunge durch erhöhte Tätigkeit: das Herz treibt eine größere Menge mit Sauerstoff beladenen Blutes den arbeitenden Organen zu; die vermehrte und vertiefte Atmung scheidet die stark vermehrten Massen giftiger Kohlensäure aus dem Körper aus.

Die Größe des Sauerstoffbedarfs ist es also vor allem, welche den Umfang der Herzarbeit vorschreibt.

Zuntz fand beim Pferde den Sauerstoffverbrauch in der Ruhe = 1300 – 1400 ccm in der Minute. Bei mäßiger Arbeit stieg der Sauerstoffverbrauch auf 4300 bis 4500 ccm, bei stärkerer – aber noch $1^1/_2$ bis 2 Stunden dauernd ausführbarer – Arbeit auf 7500 ccm. Im letzteren Falle war also der Sauerstoffverbrauch 6 mal so groß wie in der Ruhe. Bei scharfem Trab, also einer Anstrengung, die noch keine Höchstleistung bedeutet, wuchs der Sauerstoffverbrauch um das 15 – 18 fache.

Ausnutzung des Sauerstoffs im Blute.

Nun wird aber bei Ruhe nicht aller im Blute vorhandener Sauerstoff ausgenutzt, sondern nur etwa die Hälfte. Daraus folgt, daß bis zu gewissem Grade – d. h. bis etwa auf das Doppelte der in der Ruhe des Körpers stattfindenden Verbrennungsprozesse – mäßige Muskelarbeit lediglich mit besserer Ausnutzung des im Blute vorhandenen Sauerstoffs geleistet werden kann, ohne daß eine vermehrte Triebkraft des Herzens beansprucht wird.

Steigerung der Herzarbeit.

Ist aber diese Grenze überschritten, so muß das Herz je nach Bedarf in steigendem Grade mehr Blut umtreiben, d. h. die Herzarbeit steigt dann nahezu proportional dem Sauerstoffverbrauch.

Diesen vermehrten Anforderungen wird das Herz nach zwei Richtungen hin gerecht, indem es:

1. die Zahl der Zusammenziehungen in der Zeiteinheit bis aufs Mehrfache steigert; und

2. bei jeder Zusammenziehung eine größere Blutmenge als gewöhnlich auswirft („vermehrtes Schlagvolum").

§ 142. Einfluß der Blutmischung auf die Steigerung der Herzarbeit.

Einfluß der Blutmischung.

Wir sahen oben, daß in der Ruhe nur ein Teil des im Blute vorhandenen Sauerstoffs in Anspruch genommen wird, und daß bei leichterer Muskelarbeit zunächst die bessere Ausnutzung des Sauerstoffs im Blute ohne gesteigerte Herzarbeit ausreicht, um den vermehrten Sauerstoffbedarf in den arbeitenden Muskeln zu decken.

Nun ist der Sauerstoff des Blutes gebunden an die roten Blutkörperchen (§ 143). Je reicher das Blut an solchen, desto größer sein Sauerstoffgehalt — desto größer sein Reservevorrat von ausnutzbarem Sauerstoff — desto geringer die Anforderung an die Herzkraft. Da die Herzkraft ihre Grenze hat, und bei heftigen Leibesübungen diese Grenze bald erreicht wird, so geht daraus hervor, daß bei einem Blute, welches sehr reich an Sauerstoffträgern ist, die Herzkraft mehr geschont wird und länger vorhält zu heftigen Leibesübungen (z. B. schnellstem Lauf, schnellstem Radfahren u. dergl.) als dies bei einem an roten Blutkörperchen armen Blute der Fall ist.

Blutarme und Vollblütige.

Das heißt also: beim Blutarmen und Bleichsüchtigen ist schneller äußerste Herzarbeit notwendig und tritt schneller Herzermüdung als gebieterischer Abschluß starker Muskeltätigkeit ein, wie beim Vollblütigen.

Größerer oder geringerer Wassergehalt des Blutes.

Des weiteren kommt der Wassergehalt des Blutes in Betracht. Es ist klar, daß bei einem wasserärmeren konzentrierten Blut jeder Herzschlag bei sonst gleichen Verhältnissen eine größere Anzahl von roten Blutkörperchen in die Adern treibt, als bei einem sehr wasserreichen Blute.

Schwimmen 100000 Körperchen — beim Blut ist diese Zahl eine unendlich viel größere — einmal in 1 Liter, das andere Mal in $1^1/_2$ Liter gleichmäßig verteilt, so werden in 100 g der ersten Mischung sich 10000, in 100 g der zweiten Mischung sich nur 6666 Körperchen befinden. —

Nutzanwendung beim Tränieren.

Um bei großen Muskelleistungen Herzkraft zu sparen und dadurch die gesamte Leistungsfähigkeit zu erhöhen, hat man diese Verhältnisse sich beim Tränieren nutzbar gemacht.

Da möglichst eiweißreiche Nahrung auch die Menge der Sauerstoffträger im Blute, den Gehalt des Blutes an Hämoglobin steigert, so wird bei der Vorbereitung zu hervorragenden körperlichen Leistungen eine stark eiweißhaltige Kost empfohlen.

Ebenso sucht man das Blut einzudicken, wasserärmer zu machen, durch sparsamen Genuß von Flüssigkeiten, sowie durch das Hervorrufen starker Schweiße, z. B. im Schwitzbad.

Es sei dabei hier schon in bezug auf letzteren Punkt erwähnt, daß bei Dauerleistungen unter bestimmten Verhältnissen, z. B. bei einem Marsch in großer Hitze und bei starkem Feuchtigkeitsgehalt der Luft, Wasserverarmung des Blutes auch ihre großen Gefahren haben kann (Hitzschlag).

§ 143. Stoffverbrauch des Herzens.

Stoffverbrauch des Herzens.

Bei der großen Arbeitsmenge, welche das Herz als Muskel bewältigt, ist es klar, daß auf die Unterhaltung der Herzarbeit allein ein entsprechender Teil des gesamten Stoffverbrauchs entfallen muß. Dieser Verbrauch berechnet sich nach dem Sauerstoffbedarf.

Um ein Meterkilogramm Arbeit zu leisten, braucht unser Muskelfleisch 1,3 bis 1,5 ccm Sauerstoff.

Nun beträgt nach den Versuchen von Zuntz bei einem Sauerstoffverbrauch von 1000 ccm die Herzarbeit mindestens 26,1 mkg, kann aber bei angestrengter Tätigkeit steigen auf 89,6 mkg, d. h. das $3^1/_2$fache. Es wird also das Herz von 1000 ccm verbrauchten Sauerstoffs bei geringster Herzarbeit $26{,}1 \times 1{,}3 = 33{,}9$ ccm, also $3^1/_2$% beanspruchen, dagegen bei stärkster Herzarbeit $89{,}6 \times 1{,}3 = 116{,}4$ ccm, also $11^1/_2$% des gesamten aufgenommenen Sauerstoffs und damit der gesamten Nahrung. Rechnet man noch die Tätigkeit der Atemmuskeln hinzu, so ergibt sich, daß bei Muskelarbeit im Durchschnitt bis zu 15% der gesamten umgesetzten Körpersubstanz allein für Unterhaltung der Herz- und Atemtätigkeit in Verwendung kommen.

Daraus geht hervor, daß die Herz- und Lungentätigkeit als solche, ganz abgesehen von dem sonstigen hohen Wert ihrer Organverrichtungen, an dem durch Übung unmittelbar verursachten Stoffwechsel schon in hohem Grade mitbeteiligt sind. Die Steigerung der Kreislauf- und Atemtätigkeit durch Leibesübungen verdient also auch nach dieser Richtung besondere Beachtung.

Hilfskräfte des Kreislaufs.

§ 144. Hilfskräfte des Kreislaufs.

Die Strombewegung des Blutes wird, wie wir oben sahen, bewirkt durch die Druckunterschiede, welche im geschlossenen Gefäßsystem zwischen den Schlagadern und Blutadern zugunsten der ersteren bestehen. Diese Druckunterschiede schafft in erster Linie das Herz durch seine Pumptätigkeit.

Wirkung der Schwerkraft in den Blutadern.

Es gibt aber außer der Herztätigkeit noch andere Einwirkungen auf den Kreislauf, und zwar auf die Blutbewegung in den Blutadern. In den Blutadern herrscht ein außerordentlich geringer Druck, und es macht sich deshalb für die Blutbewegung in ihnen die Schwerkraft leicht und bald geltend: bei den von Kopf und Hals zur oberen Hohlvene abwärts verlaufenden Blutadern begünstigt die Schwerkraft die Entleerung in die rechte Vorkammer; bei den aus der untern Körperhälfte zur untern Hohlvene aufsteigenden Blutadern hindert die Schwerkraft die Entleerung. Hebe ich den Arm hoch, so werden die Blutadern der Hand und des Armes schnell entleert, so daß sie kaum sichtbar unter der Haut bleiben; lasse ich den Arm herabhängen, so füllen sich die Blutadern und treten deutlich als pralle blaue Stränge hervor. Dies macht sich namentlich für die Blutadern der untern Körperhälfte geltend. Vor allem bei andauerndem aufrechten Stehen füllen sich diese Blutadern übermäßig, und ist hier der Kreislauf erschwert. Solche Stockungen bleiben dann oft nicht ohne dauernde Nachteile. Die dünnen Wände der Blutadern geben dem Druck des gestauten Blutes nach; es entstehen Venenerweiterungen oder Krampfadern, sei es an den Beinen, sei es an den Blutadern des Mastdarmes (Hämorrhoiden). Bei Leuten, welche sich wenig Bewegung verschaffen und dabei viel und anhaltend stehen — es ist unrichtig, daß Hämorrhoiden sich vorzugsweise bei Leuten mit sitzender Lebensweise bilden — sind diese Bluterweiterungen ein nicht seltenes Übel.

Die Hilfskräfte des Kreislaufs helfen nun grade diese hemmenden Einflüsse der Schwerkraft in den Blutadern überwinden und zwar am wirksamsten bei stärkeren Muskelbewegungen.

Einfluß der Atembewegungen.

1. In erster Linie kommen als Hilfskraft des Kreislaufs die Atembewegungen in Betracht. Bei allen Leibesübungen, welche nicht nur vermehrte Herz-, sondern

auch unbehindert vermehrte Lungentätigkeit anregen, werden die Einwirkungen der Tiefatmung auf den großen und kleinen Kreislauf, welche wir oben kennen lernten, in erhöhtem Maße Platz greifen, namentlich die ansaugende Wirkung tiefster Einatmung auf den Inhalt der großen Blutadern.

Einfluß der Muskelbewegungen.

2. Die zweite Hilfskraft des Kreislaufs ist die Muskelbewegung. Zu dem arbeitenden Muskel strömt mehr Blut hin; der arbeitende Muskel, zusammengezogen und fester geworden, drückt auf die schlaffen Wände der umgebenden Blutadern und hilft so das Blut in ihnen schneller umtreiben. Dieser Einfluß auf den Kreislauf wird um so energischer sein, je größere Muskelmassen bewegt werden, er wird ferner um so stetiger wirken, je regelmäßiger die arbeitenden Muskeln

Fig. 317. Die Schenkelblutader im Schenkelkanal und ihre Beziehung zum Poupartischen Band. Die Pfeile geben die Richtung des Blutstroms an (nach Braune).

rhythmisch mit Zusammenziehung und Erschlaffung abwechseln. Solche rhythmische Bewegungen großer Muskelmassen, namentlich der Beine, sind aber die besonderen Kennzeichen der Schnelligkeits- und Dauerbewegungen.

Saug- und Druckwirkung auf die Blutadern durch die Bänder, namentlich das Poupartische Band.

3. Ausgiebige Muskelbewegungen wirken aber auch noch in anderer Hinsicht auf den Kreislauf und zwar infolge der Beziehungen, welche in der Lage großer Blutaderstämme zu den darüber gespannten Bändern und Binden (Fascien) an bestimmten Stellen des Körpers bestehen. So liegt in der Schenkelbeuge die große Schenkelblutader unter dem Poupartischen Bande (Fig. 317). Wird der Schenkel scharf nach außen gerollt und nach hinten gestreckt, so spannt sich stark die große Oberschenkelbinde (Fascie) und mit dieser das Poupartische Band, so daß die darunter liegende große Blutader zusammengedrückt wird. Wird der Schenkel nach einwärts gerollt und gebeugt, so entspannt sich das Band, zieht die obere Wand der

Blutader, welche mit dem Bande und dessen umgebendem Gewebe verklebt ist, nach oben und erweitert so das Gefäß. Werden diese Bewegungen des Schenkels abwechselnd wiederholt, so wird also auch die große Schenkelblutader abwechselnd erweitert und zusammengedrückt, d. h., da die Klappen in den Blutadern ein Fließen des Blutes nur nach einer Richtung gestatten: das Blutaderblut wird nach dem Herzen hin gepumpt durch den an dieser Stelle bestehenden „Saug- und Druckapparat" (Braune). Ein ähnlicher Mechanismus findet sich am Halse über dem Schlüsselbein für die Blutaderstämme der Arme und des Halses.

Blutüberfüllung der Beine bei langsamem Gehen.

Nun sind die Bewegungen, welche das Bein beim Bergsteigen, beim Laufen, beim Rudern im Gleitsitz, beim Schwimmen und beim ausgreifenden Marsch macht, solche, bei welchen rhythmisch starke Beugung und Streckung des Schenkels wechseln, womit auch rhythmisch dieser Hilfsmechanismus des Blutaderkreislaufs in Tätigkeit gesetzt wird.

Nur wenn solche Bewegungen als Dauerbewegungen sehr langsam und mit geringfügigem Bewegungsumfang ausgeführt werden, wird diese Anregung auf die Blutbeförderung in den Blutadern sehr gering, und es wird der oben erwähnte, entgegengesetzte Einfluß der Schwerkraft des Blutaderblutes nicht überwunden. Es bleiben daher bei langsamem kleinschrittigem Gehen (behaglicher Spaziergang, kurzschrittiges leises Gehen bei Ordnungsübungen) die Beine blutüberfüllt, werden schwer. Während der rüstige Wanderer bei ausgreifendem munterem Marschschritt frisch bleibt, ist der langsam schlendernde Spaziergänger bald der Ruhe bedürftig – und doch leistet der erstere das vielfache an Muskelarbeit! Nur bei einer gewissen Schnelligkeit und Energie des Gehens wird die richtige Blutverteilung im Körper durch den Kreislauf gewahrt.

Anstrengung und Ermüdung des Herzens.

§ 145. Anstrengung und Ermüdung des Herzens.

Das Herz ist als Muskel so gut wie jeder andere Muskel dem Einfluß der Übung unterworfen. Da aber das Herz andauernd arbeitet, der bestträniertе Muskel ist, so verhält es sich auch hierin wie andere auf Dauerarbeit geübte und tränierte Muskeln: bei gewohnter rhythmischer Arbeit nimmt es an Kraft und Umfang nicht weiter zu. Erst wenn es zeitweise auch zu stärkeren als den gewohnten Leistungen herangeholt wird, erhält es Wachstumsanregungen: der Herzmuskel wird dann kräftiger, seine Muskelwandungen werden dicker und fester.

Anstrengung des Herzens bei Kreislaufstörungen.

Solche Mehranforderungen an die Leistungskraft können sich dauernd einstellen, wenn krankhafterweise stete Störungen im Kreislauf stattfinden. Muß infolge solcher Störungen das Herz jedesmal eine größere Blutmenge bewältigen, so wirkt solches Mehr an Blutinhalt des Herzraumes durch seinen Gegendruck auf die Herzwände dehnend: das Herz erfährt eine Erweiterung. Namentlich leicht ist dies bei dem rechten Herzen der Fall, weil es dünnwandiger ist als das linke. Wenn Herzkrankheiten den vollen Schluß einer oder mehrerer Herzklappen hindern, so daß z. B. bei jeder Herzzusammenziehung ein Teil der in die Schlagadern zu werfenden Blutmenge zurückströmt, und jedesmal das Herz eine übergroße Menge Blut zu bewältigen hat, so ist also die Folge eine dauernde Herzerweiterung. Durch starke Verdickung der Herzmuskulatur sucht der Herzmuskel dieses dauernde Mehr an Arbeit auszugleichen, kann viele Jahre hindurch eine außerordentlich größere Leistung vollbringen: schließlich aber ermattet das Organ, die überangestrengte Muskulatur entartet.

Bei solchen Zuständen ist es verderblich, das schon überbürdete Herz durch starke Leibesbewegung nun noch mehr zur Überanstrengung zu bringen, das mühsam hergestellte Gleichgewicht von Anforderung und Leistung zu stören. Mit einem Wort: Herzkranke sind von jeglicher Leibesübung fernzuhalten. Bestimmte heilgymnastische Übungen leichterer Art, welche bei solchen Kreislaufstörungen eine Entlastung des Herzens bewirken können, sind nur unter fachmännischer Leitung vorzunehmen.

Anstrengung des Herzens bei Leibesübungen. Schnelligkeitsübungen.

Anders liegt die Sache bei Leibesübungen, welche vorübergehend Anstrengung und Ermüdung des Herzens verursachen.

Eine typische Anstrengung des Herzens mit folgenden schnell vorübergehenden Ermüdungserscheinungen bietet der Schnellauf. Nach einem schnellsten Lauf, etwa nach einem Wettlauf über 200 Meter in 25 Sekunden schnellt die Zahl der Pulsschläge von 75 hinauf auf 150—200 und mehr; der Puls wird klein, selbst unregelmäßig, und setzt hin und wieder aus. Das bleiche Antlitz des am Ziel angekommenen Läufers verrät, daß die Herzkraft geschwächt ist: die Blutmasse im Körper ist schlecht verteilt, der große Kreislauf blutarm, der kleine in den Lungen dagegen überfüllt. Alles dies dauert aber für gewöhnlich nur wenige Augenblicke. Der Puls wird wieder voller und regelmäßiger, die Wangen röten sich wieder. Die Herzarbeit bleibt noch eine Zeitlang beschleunigt, sinkt aber bald wieder, etwa nach 10 bis 15 Minuten, zur Norm zurück. Wollte man einen solchen Lauf mit ebenderselben Schnelligkeit fortsetzen, so würde die Herzermüdung schon bald derart sein, daß die Bewegung von selbst unterbrochen werden müßte. Der Läufer kann dann einfach nicht mehr. Denn ein schnellster Lauf über eine größere Strecke kann auch vom Bestgeübten nicht mit derselben Schnelligkeit gelaufen werden, wie über eine kürzere Strecke. Der geübte Läufer muß eben gelernt haben, wie er je nach der zu durchlaufenden Strecke mit seiner Herzkraft haushält. —

Dehnung oder Vergrößerung des Herzens bei seiner Ermüdung

Nun kann zu diesen einfachen Ermüdungsvorgängen, welche das Herz wie jeder andere stark angestrengte Muskel zeigt, noch eine besonders schwerwiegende und nicht so schnell sich wieder verlierende Erscheinung hinzutreten: nämlich eine Dehnung des Herzens. Es war oben (§ 90) bereits erwähnt, daß der ermüdete Muskel bei Belastung leichter dehnbar ist. Die Blutmenge, welche das Herz bei jeder Zusammenziehung in die Schlagadern preßt und dabei unter starken Druck nimmt, übt dabei umgekehrt einen Druck auf die Wände der Herzkammern aus, von denen sie umschlossen ist. Da bei heftiger Muskelarbeit das Herz nicht nur eine erheblich höhere Zahl von Zusammenziehungen in der Minute machen muß, sondern dabei auch jedesmal — vermehrtes Schlagvolum — eine größere Blutmenge in die Schlagadern zu pressen hat (s. § 141), so wächst dementsprechend auch der Blutdruck innerhalb des Herzens. Je stärker ermüdet der Herzmuskel durch seine Inanspruchnahme ist, und je weniger kräftig und widerstandsfähig er von vornherein war, um so eher werden die Wände der Herzkammern dem Blutdruck nachgeben und eine Dehnung erfahren, so daß die Hohlräume der Herzkammern größer werden und das Herz an Umfang zunimmt. Da die wirkenden Ursachen die gleichen sind für beide Herzseiten, so kann auf diese Weise sowohl die rechte als die linke Herzkammer eine Erweiterung erfahren.

Einfluß der Atemnot, d. h. der Lungenermüdung.

Ein weiterer Anlaß zur Dehnung des Herzens und zwar insbesondere des weniger widerstandsfähigen rechten Herzens ist gegeben, wenn eine heftige Muskelbewegung die Atemtätigkeit derart in Anspruch nimmt und steigert, daß Atemnot entsteht, z. B. daß die Atmung versagt. Wir haben die regelmäßige Atemtätigkeit im vorstehenden als eine Hilfskraft der Kreislaufbewegung kennen gelernt, welche die Herzarbeit wesentlich unterstützt. Wird z. B. bei einer Schnelligkeitsbewegung die

Atmung stark vermehrt und vertieft, so trägt dies wesentlich dazu bei, die gleichzeitige Mehrarbeit des Herzmuskels zu erleichtern. Sobald aber die Atemmuskulatur den an sie gestellten Leistungsanforderungen — die bei einer heftigen Schnelligkeitsübung außerordentlich schnell anwachsen — nicht mehr zu genügen vermag, so daß Atemnot eintritt, fällt nicht nur jene ihre Hilfstätigkeit weg, sondern die mit dem Zustand der Atemnot verbundene starke Blutüberfüllung der Lungen bewirkt Stockung und hochgradige Rückstauung im kleinen Kreislauf, welche das rechte Herz belastet, seiner Entleerung Widerstand entgegensetzt und die Wände der rechten Herzkammer dehnt.

Einfluß des Vorgangs der Pressung.

Bei den Kraftübungen ist es der Vorgang der Anstrengung oder Pressung, welcher oft äußerst schnell, wie wir oben bereits sahen, durch den plötzlichen Anprall des während der Pressung zurückgestauten Venenblutes Herzdehnung bewirkt.

Fig. 318 u. 319. Blutverteilung bei der Atemnot und bei der Pressung. — In Fig. 318 (Atemnot) sind die Lungen und das Herz blutüberfüllt; das Herz gedehnt; die Körpervenen blutleer; im Brust= und Bauchraum negativer Druck. — In Fig. 319 (Pressung) ist umgekehrt im Brust= und Bauchraum starker positiver Druck; Lungen und Herz sind blutleer, die Venen des Körpers stark blutüberfüllt (Schemat. Darstellung nach Demeny).

Endlich — und dies tritt bei erschöpfenden Dauerübungen in die Erscheinung —

Einfluß der Ermüdungsstoffe.

ist des Einflusses der Ermüdungsstoffe zu gedenken. Bei der Allgemeinermüdung des Körpers stehen der Herzmuskel und die Herznerven unter dem Einfluß der massenhaft im Blute angehäuften und umkreisenden Ermüdungsstoffe. Die Herzarbeit bietet dabei das Bild großer Schwäche: der Puls wird ganz klein, matt und sehr häufig. Die Ermüdungsstoffe wirken, ähnlich wie andere Herzgifte, lähmend auf das Herz. Ist solche Herzschwäche eingetreten, so kann eine Fortsetzung der Dauerbewegung oder gar eine erneute Anstrengung leicht Überarbeitung des Herzens herbeiführen. Die dabei eintretende Herzdehnung kann sogar für immer verbleiben und dauernde Störungen der Herztätigkeit hinterlassen. Ja, es kann solche Überarbeitung selbst zu Herzstillstand und damit zum Tode führen. Der Siegesläufer von Marathon, der nach überbrachter Siegesnachricht tot auf dem Markte in Athen zusammerbricht, ist hierfür ein klassisches Beispiel. Aus der neuesten Zeit sind mehrere plötzliche Todesfälle bei anstrengenden Radfahrten uns noch frisch im Gedächtnis.

Beispiele von Herzdehnung.

Um das Gesagte ins rechte Licht zu setzen und für die nachfolgende Betrachtung über die Grenzen nützlicher Herzübung noch bessere Unterlagen zu gewinnen, seien einzelne Beobachtungen aus neuerer Zeit hier besonders angeführt.

Schott in Nauheim ließ zwei gesunde kräftige Männer so lange miteinander ringen, bis die ersten Zeichen von Atemnot eintraten — ein beim Ringkampf ziemlich gewöhnliches Vorkommnis. Nach dem Ringkampf zeigte sich bei beiden eine Vergrößerung (Dehnung) des Herzens sowohl rechts wie links um 1 — 2 cm. Darauf ließ er die Ringer sich den Leib mit einem Riemen stark einschnüren, so daß das Zwerchfellatmen merklich beeinträchtigt war, und dann ringen. Es trat nunmehr nicht nur die Atemnot viel schneller ein, sondern die Herzdehnung wurde auch eine sehr viel größere (5 ½ cm), ein Grad von Erweiterung, der schon als bedenklich angesehen werden muß.

Diese Beobachtung lehrt uns, wie stark bei Kraftübungen das Herz angestrengt wird, und wie leicht die Störung des Atemganges und der Vorgang der Pressung zu Herzerweiterung führen können. Ist letztere zunächst auch vorübergehender Art, so wird doch die häufigere oder gar gewohnheitsmäßige Herbeiführung solcher Störungen der Herztätigkeit durch schwere Kraftübungen sicherlich geeignet sein, den Herzmuskel dauernd zu schädigen. In der Tat zeigen sich oft genug nach dem vorwiegenden Betrieb nur solcher Kraftübungen, wie Heben und Stemmen schwerer und schwerster Gewichte, Ringen u. dergl. Herzschwäche, Entartungszustände des Herzmuskels, Herzerweiterungen, wenn auch erst nach einer geraumen Zeit, ja nach einer Reihe von Jahren. Daß die meisten Athleten schließlich an Herzleiden zugrunde gehen, gilt als eine feststehende Tatsache. Wiederholt hatte ich selbst Gelegenheit gehabt, hervorragende Athleten, d. h. Hantelstemmer zu untersuchen und den traurigen Gegensatz festzustellen zwischen dem mehr wie kraftvollen Oberkörper und dem matt schlagenden schwachen Herzen.

Auf ein anderes noch sei bei dem Schottschen Versuch aufmerksam gemacht: das ist der Einfluß des Einschnürens des Leibes. Es erhellt daraus die Gefährlichkeit des Tragens fester Leibriemen oder Gürtel beim Betrieb schwerer Leibesübungen. Es wirft diese Beobachtung aber auch ein Licht auf die Gefahren, welche für Mädchen das Tragen eines stark schnürenden Korsetts beim Turnen, beim Radfahren, beim Tanzen mit sich bringen kann. —

Eine Reihe anderer Beobachtungen bezieht sich auf Dauerübungen. Mosso stellte Herzdehnung fest bei angestrengterem Bergsteigen (s. § 295); Albu, Mendelssohn u. a. beim Radfahren. Zuntz und Schlumberger fanden bei Marschübungen junger Leute (Studierende) mit vollem kriegsmäßigem Gepäck über eine Strecke von nahezu 25 km, daß in 89 untersuchten Fällen 64 mal (= 72 %) eine Dehnung des Herzens (sowie Vergrößerung der Leber) sich nachweisen ließ. Hierbei spielte nicht nur die Belastung des Körpers (Gepäck von mehr wie 25 kg Schwere) eine wesentliche Rolle, sondern auch die Einschnürung des Leibes (Säbelkoppel mit zwei gefüllten Patronentaschen).

Sehr schöne und eingehende Untersuchungen stellte ferner Prof. Henschen in Upsala bei mehreren Wettkämpfen im Ski-(Schneeschuh-)Lauf an.

Skilauf.

Bei dem ersten dieser Wettkämpfe, einem Schneeschuhlauf über 5 km bei Schneesturm und — 12° C, handelte es sich um junge Leute, die meist 15 — 16 jährig waren, also mitten in der Entwicklungszeit stehend. Sie waren wenig träniert. Der beste von diesen legte die 5 km zurück in 55 Minuten 33 Sekunden, der letzte in 1 Stunde 11 Minuten 3 Sekunden. Es waren im ganzen 24 Jünglinge, von denen nach dem Wettlauf 6 eine Vergrößerung (Dehnung) des Herzens aufwiesen. Diese Herzerweiterung ging bei allen nach mehreren Tagen zurück. Welchen Umfang eine solche Herzdehnung annehmen kann, möge die beigesetzte Figur zeigen (Fig. 320).

Ein anderes Bild bot der „Falu-Lauf" über 95 Kilometer (!), an welchem 37 Skiläufer (2 Offiziere, 2 Studenten, 8 Soldaten, die übrigen Arbeiter) teilnahmen,

Skilauf über 95 Kilometer.

alles erwachsene Männer, durchschnittlich 25 Jahre alt; geübte Skiläufer; nur wenig träniert. Der Wettlauf begann 5 Uhr morgens bei mildem, zuletzt in Regen übergehenden Wetter — was eine außerordentliche Erschwerung der Leistung bedeutet. Die ersten sieben brauchten zur Bewältigung der Strecke 12 Stunden 44 Minuten 5 Sekunden; die letzten 17 Stunden 38 Minuten.

Fig. 320. Herzdehnung nach einem Schneeschuh-Wettlauf über 5 km nach Henschen.

Von diesen 37 Wettläufern zeigten nachher elf eine durch den Lauf entstandene (vorübergehende) Herzvergrößerung. Von besonderem Interesse aber ist, daß die meisten der Wettläufer (26 von den 37) schon vorher ein zum Teil stark vergrößertes Herz hatten, mit kräftigem Pulsschlag: eine Folge häufiger Übung. Gerade diese waren es, welche die besten Leistungen boten und die Sieger stellten. Auch diese schon vergrößerten Herzen erlitten aber durch den Lauf zum Teil eine stärkere Dehnung. Das in Fig. 321 gegebene Beispiel des dritten Siegers, eines Mannes von 33 Jahren, zeigt ein bereits stark vergrößertes Herz: Die Grenze der Herzdämpfung links sowie die Stelle, wo der Spitzenstoß des Herzens fühlbar ist, reicht schon bis zu der durch die linke Brustwarze gehenden senkrechten Linie — während für gewöhnlich sich beide einige Zentimeter nach rechts von dieser Linie befinden. Infolge der Herzdehnung durch die Anstrengung des Laufs sind hier aber Herzgrenze und Spitzenstoß noch um einige Zentimeter mehr nach links gerückt.

Erwähnt sei noch, daß in diesen Wettkämpfen diejenigen am schlechtesten abschnitten, welche mangelhaften Ernährungszustand aufwiesen, einen schlecht gebauten Brustkorb besaßen, — sowie gerne und viel Alkohol zu genießen oder auch stark zu rauchen pflegten.

Fig. 321. Dehnung eines bereits vergrößerten Herzens nach einem Schneeschuh-Wettlauf über 95 km nach Henschen.

§ 146. Übung und Kräftigung des Herzens.

Im vorhergehenden haben wir uns vor Augen geführt, wie bei anstrengenderen Leibesübungen die Herztätigkeit anwachsen kann, wie erst leichtere und bald vorübergehende, dann stärkere und langsamer abklingende Ermüdungserscheinungen auftreten und schließlich selbst für Gesundheit und Leben bedrohliche Grade der Überanstrengung des Herzens leicht möglich werden. Es ist durchaus nicht so leicht, die Grenze anzugeben zwischen kräftigender nützlicher Anstrengung und schädlicher Überanstrengung des Herzmuskels. Dies um so weniger, als unter Umständen der Übergang vom einen zum anderen, also das Versagen der Herzkraft recht unvermerkt und plötzlich erfolgen kann.

Besondere Einflüsse auf die Herzkraft.

Dazu kommt, daß bei Beurteilung der Frage, welcher Grad von Übung und Anstrengung noch von Vorteil ist, mehr wie bei der Übung irgend eines anderen Organs die besondere körperliche Verfassung jedes Einzelnen in Betracht zu ziehen ist. Daß solche, die mit Herzfehlern behaftet sind, jeder angreifenderen Leibesübung sich zu enthalten haben, ist schon bemerkt. Vorsicht ist ferner geboten bei Blutarmen und Bleichsüchtigen, schon weil bei diesen, wie früher gezeigt ist (s. § 140), die Ansprüche an die Herzkraft größere sind und daher der Herzmuskel weit eher als bei Vollblütigen überangestrengt wird und erlahmt. Ein gleiches ist der Fall bei solchen, die überhaupt sich in schlechterem oder gar kümmerlichem Ernährungszustand befinden. Und doch ist gerade bei Blutarmen und Bleichsüchtigen das Herz klein und schwächlich entwickelt und bedarf in besonderem Maße der Übung und Kräftigung. Darauf muß namentlich hingewiesen werden mit Bezug auf die Bekämpfung der Tuberkulose, denn bei Schwindsüchtigen ist sehr häufig der Herzmuskel schwach entwickelt. Eine rechte Übung und Kräftigung des Herzens bei unserer Jugend erhöht ohne Zweifel die Widerstandskraft gegen diese mörderischste aller Volkskrankheiten. Stark herabgesetzt ist weiterhin die Leistungskraft des Herzens bei Fettleibigkeit. Es sind einerseits die Fettmassen in der Haut, welche den Blutlauf in den Blutadern dort erschweren, andererseits ist es die starke Anhäufung von Fett im Darmgekröse, welche das Zwerchfell nach oben drängt und dessen Arbeit stark erschwert. Dazu kommt dann noch die Anhäufung von Fett unmittelbar unter dem Überzug des Herzmuskels selbst. Alles dies bewirkt, daß bei Fettleibigen schon nach mäßiger Anstrengung leicht Atemlosigkeit und Herzermüdung eintritt. Der verstorbene Oertel in München hat zuerst das methodische sorgsam überwachte Bergsteigen, in Verbindung mit Beschränkung jeglicher Flüssigkeitsaufnahme, d. h. also ein richtiges Tränieren des Herzmuskels als heilgymnastische Maßnahme bei Fettherz und Fettleibigkeit einführt.

Oertelkur.

Weiter kommt hier in Betracht, daß die Herzarbeit und deren Regulierung wesentlich beeinflußt wird durch das Nervensystem. Die Lustgefühle wirken anregend und kräftigend auf den Gang der Herztätigkeit, die Unlustgefühle hemmend und beeinträchtigend. Vor allem aber üben durch Vermittlung des Nervensystems zahlreiche Stoffe — einen Teil dieser kann man direkt als Herzgifte bezeichnen — eine oft ungemein tiefgreifende Einwirkung auf die Arbeit des Herzmuskels aus. Die hierher gehörigen Arzneikörper — genannt sei nur der giftige Fingerhut (Digitalis), welcher die Herztätigkeit stark zu verlangsamen vermag — entfallen aus dem Rahmen unserer Betrachtung. Verschieden ist der Einfluß einer Reihe von Genußmitteln. Von diesen wirken die Fleischbrühe, der Kaffee, der Tee, der Kakao belebend und anregend auf das Nervensystem und damit auch auf die Herztätigkeit. Anders verhält es sich mit dem Alkohol, der in kleineren Mengen zwar auch eine

Herzgifte.

anregende Wirkung besitzt, bei dem aber bald schon die lähmenden Wirkungen überwiegen. Alkohol, kurz vor oder während einer Leibesübung genossen, bedeutet niemals einen Gewinn für die Herzkraft, setzt aber oft in anscheinend noch harmlosen Mengen die Leistungsfähigkeit des Herzmuskels für wirkliche Anstrengung schon merklich herab. Eine größere Alkoholmenge tut dies in ganz erheblichem Grade. Gewohnheitsmäßiger Alkoholgenuß beeinträchtigt dauernd den Umfang der möglichen Herzarbeit und damit die Fähigkeit wenigstens zu außerordentlichen Leistungen auf dem Gebiet der Leibesübungen. Ein gleiches wird auch vom Tabakgenuß behauptet.

Einfluß des Geübtseins.

Bei keinem Organ endlich kommt es für die Schätzung der Leistungsfähigkeit und der zuträglichen Betätigung so sehr darauf an, in welchem Maße der Körper vorgeübt ist zu bestimmten Leistungen. Von zwei jungen Leuten, welche sonst sich eines gleichen Standes von Körperkraft und Gesundheit erfreuen, von denen der eine aber sich durch Laufübungen entsprechend vorbereitet hat, während der andere vielleicht sonstige Körperübungen betreibt, wie z. B. Geräteturnen, aber im Lauf gar nicht vorgeübt ist, wird ganz sicher der erstere die Anstrengung des Laufs leicht überwinden, der andere aber durch Blässe, Atemnot, sowie kleinen und aussetzenden Puls nach Ankunft am Ziel die Zeichen eines stärkeren Grades von Herzermüdung darbieten.

Wer ins Gebirge reist, wird nach einer anstrengenden Bergbesteigung, die er sofort in den ersten Tagen unternimmt, leicht starker Erschöpfung unterliegen, während er die gleiche Leistung, nachdem er bereits eine Reihe von leichteren Bergwanderungen hinter sich hat, mit Leichtigkeit erträgt. Es ist das Herz, welches erst geeigneter Übung und Kräftigung bedarf, bevor ihm eine größere Leistung zugemutet werden kann. Was in dem einen Falle eine zuträgliche, ja nützliche Übung bedeutet, ist im anderen Falle eine Überanstrengung, die selbst bedenklichere Folgen nach sich führen kann.

Über die Unterschiede, welche außerdem noch für die verschiedenen Lebensalter obwalten, wird weiter unten noch das nötige zu sagen sein. Jedenfalls sind alle beregten Punkte zu berücksichtigen, wenn man den Einfluß der verschiedenen Arten von Leibesübungen auf die Herztätigkeit sich vor Augen führen will.

Gehen wir nun auf diese kurz ein.

Geschicklichkeits- und örtliche Kraftübungen.

Die einfachen Geschicklichkeitsübungen, welche meist zugleich Kraftübungen kleinerer Muskelbezirke darstellen, haben auf die Herztätigkeit den geringsten Einfluß. Sie steigern nur ganz vorübergehend die Pulszahl. So sah Leitenstorfer bei Soldaten, daß nach einer zehnmal wiederholten Kniebeuge die Pulsziffer auf 100 bis 120 anstieg, nach Aufhören der Übung aber auch in einigen wenigen Minuten wieder zur Norm absank. Diese Übung aber so oft zu wiederholen, daß ein höherer Grad von Herztätigkeit sich ergeben hätte, würde die Ermüdung des großen Streckmuskels am Oberschenkel nicht zugelassen haben.

Allgemeine Kraftübungen.

Anders bei schweren, d. h. allgemeinen und die Höchstkraft größerer Muskelgebiete in Anspruch nehmenden Kraftübungen, wie Ringen, Stemmen, Heben und Tragen schwerster Gewichte u. dergl. Bei diesen wird stets der Vorgang der Pressung in Szene gesetzt, um die äußerste Muskelkraft ausnützen zu können. Nicht nur flüchtig, sondern mit wachsender Anstrengung auch eine wachsende Anzahl von Sekunden hindurch. Wie verderblich der so erzielte Überdruck im Brustraum auf das Herz zu wirken vermag, haben wir oben gesehen. Der Ungeübte oder fehlerhaft Angewiesene ist geneigt, auch bei solchen Übungen, welche gar nicht das höchste Kraftmaß fordern, bereits den Vorgang der Pressung eintreten zu lassen. Diese Gewohnheit erleichtert zwar die bezügliche Bewegung, aber sie ist eine mißbräuchliche und soll durch die Willenskraft unterdrückt werden. Es ist daher eine

wichtige Aufgabe des Turnlehrers, auf die Atemführung namentlich bei Gerätübungen genau zu achten. Den Schülern ist, solange es sich um ausgesprochen äußerste Kraftanwendung handelt, zu untersagen, daß sie die Übung mit Unterbrechung des Atemganges und festem Schluß der Stimmritze ausführen.

Am schnellsten und umfassendsten wird die Herzarbeit gesteigert bis zu ihrem höchstmöglichen Umfang bei den Schnelligkeitsübungen. Bei jeder Schnelligkeitsbewegung, die den Zweck verfolgt, in bestimmter Zeit eine möglichst große Strecke, oder — was zumeist geübt wird — eine bestimmte Strecke in möglichst kurzer Zeit zurückzulegen, also beim Wettlauf, Wettrudern, Wettschwimmen, Wettradeln u. dergl. wird die Herzarbeit stets bis zur Grenze der möglichen Leistungsfähigkeit gesteigert und zeigt schließlich entsprechende Ermüdungserscheinungen. Diese Übungen bedeuten für den Herzmuskel dasselbe, wie höchste Kraftübungen für andere Muskeln. Sie erfordern die Aufbietung größtmöglicher Willenskraft und Anstrengung. Sollen diese Kraftübungen des Herzens ohne schwerere Ermüdungserscheinungen ertragen werden, so ist es notwendig, sich auf derlei Höchstleistungen sorgfältig vorzuüben. Dies gilt namentlich für Wettkämpfe über größere Strecken.

Schnelligkeitsübungen als Höchstleistung.

Anders bei den Schnelligkeitsübungen im weiteren Sinne, bei denen es nicht gerade auf die nach Raum und Zeit engbegrenzte Höchstleistung an Schnelligkeit ankommt. Hier liegt das Gebiet der auf den Übungsplätzen unserer Jugend vornehmlich betriebenen Schnelligkeitsübungen, also des schnellen Laufs auf Befehl, der Übung im schnelleren Rudern, Radfahren und Schwimmen, und vor allem der Laufbewegung bei den Bewegungsspielen. Zwar wächst auch bei solchen die Herzarbeit (sowie auch die Atemtätigkeit) bis zum Höchstmaß an: indes wird die Bewegung hier sofort gemäßigt oder unterbrochen, sowie sich die Anzeichen von Atem- und Herzerschöpfung, Herzklopfen und Außer-Atem-kommen bemerkbar machen. Gerade dieser Umstand gestaltet die Bewegungsspiele der Jugend zur besten und zuträglichsten Form der Herzübung.

Schnelligkeitsübungen im weiteren Sinne.

Nun kann weiterhin jede Schnelligkeitsbewegung so weit gemäßigt werden, daß zwar Herz- und Lungenarbeit ansteigen, aber nicht bis hinan zur Grenze der Erschöpfung. Vielmehr bleibt die Herztätigkeit bei langdauernder Fortsetzung der Bewegung auf einer gleichen Höhe von Mehrarbeit, so daß ein Gleichgewicht zwischen Anforderung und Leistung dauernd hergestellt ist: Die Schnelligkeitsbewegung wird zu einer Dauerbewegung. Auch hier gibt es eine Höchstleistung, die aber in der Dauer begründet ist. Sie findet ihren natürlichen Abschluß nicht allein in der Ermüdung der Muskeln und der Nerven, wie dies bei den Kraftübungen der Fall ist, nicht allein in der Ermüdung des Herzens und der Lungen, wie bei den Schnelligkeitsübungen, sondern in der Erschöpfung aller körperlichen Organverrichtungen: dem Zustand der Allgemeinermüdung. Dabei stehen der Herzmuskel und die Herznerven mit unter dem Einfluß der im Blute angehäuften und umkreisenden Ermüdungsstoffe.

Dauerübungen.

Nun ist zu Dauerübungen, wenn sie in stetigem rhythmischen Gleichmaß und mit mittlerer Geschwindigkeit vor sich gehen, unser Herzmuskel in sehr hohem Grade leistungsfähig. Auch nur halbwegs Geübte ertragen mit Leichtigkeit Wandern und Marschieren, Bergsteigen, Rudern, Reiten u. dergl. viele Stunden lang. Meist sind es besondere Umstände bei solchen Dauerleistungen, welche tiefgreifendere Erschöpfung bewirken. Dazu gehört zunächst der Versuch, die durchgängige Schnelligkeit bei Dauerleistungen möglichst zu steigern, also z. B. die Verwandlung des Wanderschritts in einen Eilmarsch. Solches liegt besonders nahe dann, wenn solche Dauerleistung zu einer Wettübung gestaltet wird, wie bei dem obenerwähnten Skilauf

über 95 km, wie es bei sogen. Distanzmärschen, bei Radfahrten, bei Distanzritten über weite Strecken der Fall ist. Es sind übrigens gerade solche Leistungen, deren die Neuzeit zahlreiche aufzuweisen hat, welche die außerordentliche Leistungsfähigkeit des Herzmuskels beweisen. – Weitere Umstände, welche die gesteigerte Arbeit des Herzens leicht zur Überarbeit bringen, sind bei Märschen starke Belastung mit Gepäck und unzweckmäßige Kleidung. Starke Mehrarbeit in der Zeiteinheit erfordern ferner bei Märschen und auch bei Radfahrten schlechte, durchweichte, nachgiebige Wege. Ebenso zwingt es zu erheblicher Mehrarbeit beim Gehen, Rudern und namentlich beim Radfahren, wenn die Bewegung unter entgegenstehendem stärkeren Winddruck zu erfolgen hat. Besonders erschöpfend wirkt es aber, wenn einem durch Dauerarbeit bereits angestrengten Herzen noch unvorhergesehene plötzliche Mehrarbeit zugemutet wird: wenn ein Platzregen am Ende einer langen Wanderung, oder etwa die Notwendigkeit, den Eisenbahnzug noch zu erreichen, bereits ermüdete Wanderer zu schnellem Lauf zwingt; wenn zum Schluß einer Bergwanderung noch eine besonders steile und schwierige Wand zu erklettern ist usw. Bei langen Radfahrten ist es vor allem das Bestreben, mit dem Aufgebot aller Kraft eine stärker ansteigende Wegestrecke zu nehmen, welche schon vielfach zu verderblicher Herzüberanstrengung geführt hat. Überhaupt verführt wohl keine Leibesübung mehr dazu, das Herz in schädlichem Maße zu überanstrengen, als wie gerade das Radfahren. Bei langen Märschen ist es das Druckgefühl in den Knie- und Fußgelenken, welches zur Mäßigung der Marschgeschwindigkeit, wenn nicht zum Aussetzen der Fortbewegung Anlaß gibt; beim Laufen und Rudern gibt die Atemanstrengung und beginnende Atemnot gewissermaßen das Warnungssignal und erzwingt Unterbrechung der heftigen Bewegung; beim Radfahren dagegen ist das Gefühl der Überanstrengung das denkbar geringste, und unvermerkt steigert sich die Anstrengung des Herzens zur Überanstrengung, ja zur Erschöpfung. Neben der schweren Athletik gibt daher das Radfahren von allen Leibesübungen am meisten Anlaß zu dauernden Störungen der Herztätigkeit und bleibenden Herzerkrankungen: zu Herzerweiterung und nervösem Herzklopfen. Es ist daher Radfahrern ganz besondere Vorsicht bei Dauerfahrten geboten, damit nicht die schöne und gesunde Bewegung der Radfahrt verkehrt werde in eine Quelle körperlichen Unbehagens und tiefergreifender Störungen der Kreislauforgane.

Erschwerungen bei Dauerleistungen.

Wirkung des Radfahrens auf das Herz.

Es ist nötig, daß man sich beim Betrieb von Leibesübungen stets klar ist über die Folgen möglicher Überanstrengungen, um solche vermeiden zu können. Der Spielraum innerhalb der Grenzen des Zuträglichen ist wahrlich groß genug gesteckt, um den Körper nach allen Richtungen hin aufs ausgiebigste üben zu können. Werden diese Grenzen innegehalten, so muß andererseits betont werden, daß gerade die Schnelligkeits- und Dauerübungen diejenigen sind, welche auf das Wachstum und die Leistungsfähigkeit des Herzens den tiefstgehenden Einfluß ausüben. Ja sie sind für die normale Entwicklung des Herzens geradezu unersetzlich. Wenn wir Beispiele aus der Tierwelt heranziehen, so ergibt sich, daß bei Tieren, die meist eingepfercht bleiben und der freien Bewegung entbehren, das Herz im Verhältnis weit kleiner ist als bei Tieren, die in der Freiheit an reichliche schnellste Bewegung gewöhnt sind. Auf je 1000 Körpergewicht entfallen z. B. beim Schwein nur 4,52, beim Menschen 5,00, beim Hasen 7,70, beim Reh 11,55 Herzgewicht (Ranke); das Reh hat sonach ein verhältnismäßig doppelt so großes Herz als das Schwein. Wir wissen, daß auch beim Menschen das Herz bei ungenügender Bewegung in der Jugend zu klein bleibt und daß damit zahlreichen krankhaften Zuständen – insbesondere der Blutarmut und der mörderischen Schwindsucht – aller Vorschub geleistet wird.

Wert der Schnelligkeits- und Dauerübungen auf das Herz.

Die Bedeutsamkeit, welche die Schnelligkeits- und Dauerübungen für die Erhaltung der Gesundheit und der vollen Leistungsfähigkeit haben, steht außer Frage. Denn bei genügendem Umfange ihres Betriebs schaffen diese Übungen wohlentwickelte, große und kräftige Herzen. Man muß wohl unterscheiden zwischen einem großen kräftigen „Sportherz" (Henschen), welches entsprechenden Pulsschlag erzeugt, und einem krankhaft erweiterten Herzen, dessen Arbeit eine matte ist und welches früher oder später besonderen Schwäche- und Entartungszuständen entgegengeht. Wir wollen es nicht als eine Aufgabe der Leibesübungen hinstellen, die Übungen des Herzens in solchem Umfange zu betreiben, daß die Herzmaße über das gesunde Mittel schon wesentlich hinausgehen. Wer aber durch Körperanlage und persönliche Neigung es dahin gebracht hat, in Schnelligkeits- oder Dauerübungen Leistungen ungefährdet zu bewältigen, welche das Mittelmaß beträchtlich überragen, und wer infolgedessen tatsächlich einen überstarken Herzmuskel, ein „Sportherz" sich angezüchtet hat, der möge dessen eingedenk bleiben, daß dieser Besitz nur dann ein nutzbringender und ungefährdeter ist, wenn er stets, auch im höheren Alter, seinen Körper in ausreichender Weise übt und leistungsfähig erhält. Müßiges Wohlleben wird einem solchen bald zur Gefahr gereichen. Denn die überkräftige Herzmuskulatur wird der Verfettung und Entartung verfallen, wenn sie nicht zeitweise wenigstens zu umfassender Arbeit veranlaßt wird. Für den Herzmuskel gilt eben ganz besonders das Wort: „Rast' ich, so rost' ich".

Sportherz.

§ 147. Entwicklung des Herzens und der Blutgefäße.

Entwicklung des Herzens und der Blutgefäße.

Um festzustellen, inwieweit bei den Leibesübungen in den verschiedenen Lebensaltern die Herztätigkeit besonderer Berücksichtigung benötigt, und inwieweit der Betrieb bestimmter Übungsarten sich mehr für dieses oder jenes Lebensalter eignet, ist es wichtig, die Wachstumsverhältnisse des Herzens und der Blutgefäße einer Betrachtung zu unterziehen.

Beneke fand aus zahlreichen Messungen und Wägungen folgende Mittelzahlen:

Alter:	Körperlänge: cm	Volum des Herzens: ccm	Umfang der Hauptschlagader (Aorta) dicht über dem Herzen: mm
nach der Geburt	49 – 52	20 – 25	20
Schluß des 1. Lebensjahres	68 – 72	40 – 45	32
„ „ 3. „	88 – 90	56 – 62	36
„ „ 7. „	112	86 – 94	43
13. – 14. Lebensjahr	140 – 150	120 – 140	50
nach vollendeter Entwicklung	167 – 175	**215 – 290**	61,5
im reifen Mannesalter	167 – 175	260 – 310	68

Rechnete er diese Ziffern gleichmäßig auf 100 cm Körperlänge um, so ergab sich:

Lebensalter:	Verhältnismäßiges Volum des Herzens: ccm	Verhältnismäßiger Umfang der Hauptschlagadern: mm
nach der Geburt	40 – 50	40
Schluß des 1. Lebensjahres	46 – 54	45
„ „ 3. „	63 – 70	43
„ „ 7. „	75 – 80	39
13. – 14. Lebensjahr	83 – 100	38
nach vollendeter Entwicklung	**130 – 168**	37,5
im reifen Mannesalter	150 – 180	40,0

Letztere Ziffer besagt also: daß der erwachsene Mann auf die gleiche Körperlänge eine 3 – 4 mal so große Muskelmasse des Herzens besitzt also das neugeborene Kind.

Für die Wachstumsgröße des Herzens, auf je ein Jahr berechnet, ermittelte Beneke folgende Ziffern, wobei das erste Lebensjahr mit seinen großen Wachstumsziffern außer acht gelassen werden kann.

Das Herz wächst im:	jährlich um:	
2. – 4. Lebensjahr	9 ccm	
5. – 7. "	7 "	
7. – 14. "	5,6 – 7,6 "	
während der Entwicklungszeit	**19 – 30** "	wenn die Entwicklung 5 Jahre andauert,
	47,5 – 75 "	" " " 2 " "
	95 – 150 "	wenn die Entwicklung in einem Jahre

vollendet wird (solch überschnelle Entwicklung kommt namentlich beim weiblichen Geschlecht zuweilen vor).

Aus alledem geht hervor:

1. Während die Größe des Herzens vom Kindesalter bis zur vollendeten Entwicklung um das zwölffache zunimmt, wächst der Umfang der Schlagader nur um das Dreifache.

Beim Kinde ist das Herz verhältnismäßig klein, die Blutgefäße sind weit. Daher ist hier der Blutdruck gering, das schneller arbeitende Herz treibt in schnellerem Strom die Blutflüssigkeit durch den Körper. Der Stoffaustausch zwischen Blut und Geweben ist ein großer. Wachstum und Stoffansatz sind beim Kinde von vorzugsweiser Bedeutung.

2. Der entscheidende Umschwung in dem Verhältnis der Herzgröße zur Weite der Schlagadern vollzieht sich in der Zeit der Reifeentwicklung. Das Herz wird tatsächlich in den Entwicklungsjahren um das Doppelte größer. In derselben Zeit wird die Hauptschlagader nur wenig, etwas mehr als um ein Fünftel weiter. Hier entspricht also nach vollendeter Entwicklung ein verhältnismäßig großes Herz einem engen Schlagadersystem, der Blutdruck steigt, das Herz muß langsamer und mit weit größerer Kraft arbeiten.

Übungsbedürfnis des Herzens.

§ 148. Übungsbedürfnis des Herzens.

„Wenn eine praktische Hygiene Wahrheit werden soll, sagt Beneke, so sollte sie an erster Stelle die Entwicklung eines kräftigen Herzens ins Auge fassen." In der Tat: eine normale Entwicklung des Herzens vor und in der Reifezeit ist für die gesamte Körperentwicklung, ist für den Bestand der Gesundheit, ist für die Gesamthöhe der körperlichen Leistungsfähigkeit und Widerstandskraft von ausschlaggebender Bedeutung.

Die vorstehend erörterten Entwicklungsgesetze zeigen aber schlagend, daß gerade bei den Heranwachsenden vor und in der Entwicklungszeit das Herz besonderer Anregung zum Wachstum, d. h. besonderer Übung bedarf.

Einwirkung des Schullebens.

Dies Bedürfnis wird aber doppelt dringend gegenüber den besonderen Einwirkungen, welche das Schulleben, die andauernde Sitzhaltung der Kinder für einen großen Teil des Tages mit sich bringt. Förderung des Wachstums und der Ernährung durch Belebung der Atmung, des Kreislaufs und des Stoffwechsels ist im Sinne gesundheitlicher Erziehung der Hauptgesichtspunkt, nach welchem Leibesübung und Leibesbewegung der Jugend vor begonnener Entwicklung geboten werden

muß. Dies um so mehr, als die Sitzstunden in der Schule dem sogar entgegenwirken.

Das erste Erfordernis zur allseitigen Anregung des Stoffwechsels ist ein reger, ungehinderter Kreislauf des Blutes, und gerade der Blutkreislauf wird in den Sitzstunden erschwert. Fallen doch hier die beiden Hilfskräfte des Kreislaufs gänzlich aus: Bewegung und ausgiebige Atmung. Denn auch die Atmung wird beim Sitzen auf der Schulbank auf ein Mindestmaß herabgedrückt. Erst reichliche Bewegung belebt wieder den Kreislauf, entlastet das unter ungünstigen Verhältnissen in der Sitzhaltung arbeitende Herz und schafft ihm befreiende Übung im rechten Gleichmaß.

Wir wissen aus den zahlreichen Erhebungen der Schulärzte an unseren Schulen, eine wie große Zahl – oft bis zur Hälfte aller! von unseren Schulkindern blaß und blutarm ist. Wir sehen ferner die Ziffer der Blutarmen mit der Dauer des Schulbesuchs stetig zunehmen. Die Verkümmerung von Lunge und Herz im Schulleben ist aber der Hauptgrund zu dieser Zunahme während der Schulzeit.

Wert der Schnelligkeitsübungen für die Jugend.

Entwicklungsgeschichtliche Gründe sowohl wie die besonderen Einwirkungen des Schullebens lassen daher die Übung des Herzens als eine Hauptaufgabe der Leibesübungen unserer Jugend erscheinen. Die Schnelligkeitsübungen, vornehmlich in Form der Bewegungsspiele werden dieser Aufgabe zumeist gerecht. Denn der Umstand, daß das Herz klein, die Schlagader aber weit und so der Kreislauf ungemein erleichtert ist, macht die heranwachsende Jugend zu Schnelligkeitsübungen besonders tauglich: Herz- und Atemerschöpfung gleichen sich schnellstens aus. So anhaltend zu laufen und zu rennen, wie der Knabe stundenlang beim Spiel, vermag der Erwachsene nicht mehr: seine Blutdruckverhältnisse sind eben ganz andere geworden. Wie spielend läuft ein Knabe treppauf zur drei oder vier Treppen hoch gelegenen elterlichen Wohnung, so und so oft im Tage. Der Erwachsene schreitet bedächtiger hinan, und oben angekommen verspürt er Herzklopfen und beschwerliches Atmen, welches ihn oft zwingt, einen Augenblick stehen zu bleiben und zu „verschnaufen", bis Herz- und Atemgang sich wieder beruhigt haben.

Leistungsfähigkeit des Herzens bei Erwachsenen.

Diese Leistungsfähigkeit des Herzens zu Schnelligkeitsbewegungen bleibt noch während der Entwicklungszeit eine ähnlich große. Die besten Stürmer im Fußball sind meist junge Leute von 16 – 19 Jahren; gute Leistungen im Wettlauf werden schon in diesen Jahren erreicht, und später wenig mehr übertroffen.

Ganz anders sind die Verhältnisse beim Erwachsenen bis zum kräftigen Mannesalter. Das Herz wird verhältnismäßig groß, muß mit starker Kraft unter hohem Druck das Blut in die engen Schlagadern pressen. Störungen der Herztätigkeit durch Herbeiführen höchster Herzanstrengung bis zu beginnender Herzermüdung werden nicht mehr so leicht und schnell ausgeglichen: Schnelligkeitsübungen greifen weit stärker an als vor und während der Entwicklung.

Andererseits ist der Stoffwechsel ein verhältnismäßig geringer geworden. Da das Wachstum vollendet, stören angreifende Kraft- und Dauerübungen nicht mehr die Entwicklung, wie beim heranwachsenden Knaben und Jüngling. Daher im Alter von 20 – 40 Jahren starke Leistungen nach Kraft und Dauer am ehesten zu erzielen sind und am besten vertragen werden.

Altersveränderungen der Blutgefäße.

Dann aber beginnen sich langsam Verhältnisse geltend zu machen, welche vor allem in bezug auf die Leistungsanforderungen an das Herz größere Vorsicht erheischen, da sie die Leistungsfähigkeit herabsetzen. Bei vielen stellt sich schon von den dreißiger Jahren an stärkere Fettleibigkeit ein und erschwert die Herzarbeit. Namentlich kommen nun auch die Altersveränderungen der Blutgefäße, und zwar besonders der Schlagadern, in Betracht. In der Zeit nämlich um das 40. Lebensjahr, beim einen früher, beim andern später, beginnen die Wände der

Schlagadern an Elastizität einzubüßen, sie werden starrer, es lagern sich oft jetzt schon Kalksalze in ihnen ab. Die Schnelligkeitsübungen, in der Jugend die vornehmste Übungsart zur Kräftigung des Herzens und Anregung des Kreislaufs, sind nunmehr die ersten, welche sich verbieten. Nur in beschränkter Form, nämlich den Dauerbewegungen in mittlerem Zeitmaß sich nähernd, werden sie ohne Atem- und Herzerschöpfung ertragen. Anregende nicht allzu anstrengende Fußmärsche, maßvolles Bergsteigen, sind besonders zuträglich. Ebenso mäßiges Radfahren. Gefährlich werden Kraftübungen und wahre Muskelanstrengungen: das ohnehin unter erschwerten Verhältnissen arbeitende Herz erleidet leichter als früher dadurch dauernde Schädigung, Erweiterung des Herzens oder Entartungszustände der Herzmuskulatur. Durch verminderte Geschicklichkeit büßt das Gerätturnen an Reiz ein. Und doch ist es besonders wertvoll, die Bewegungsanreize für das Herz, ein vorsichtiges Tränieren des Herzmuskels, gerade in diesen Jahren sich nicht entgehen zu lassen. Namentlich wer in jüngeren Jahren sein Herz stark anzustrengen gewöhnt war, kann nichts schlimmeres tun, als beim Versagen des Herzens für stärkere Kraftleistungen nun die Flinte ganz ins Korn zu werfen und mit Leibesübungen überhaupt aufzuhören. Solch schroffen Wechsel erträgt der Herzmuskel nicht ohne Schaden. Wie bei jedem anderen Muskel entarten auch seine Muskelfasern bei einem Mindermaß von Arbeit. Wenn auch der Jugend Kraft und überschäumende Lebensfülle dahin schwinden, einen erfreuenden Grad leiblicher Frische und Tatkraft wahrt sich sicherlich auch der Bejahrte am ehesten durch stetige Leibesübung und ausreichende Bewegung.

Das Blut.

§ 149. Das Blut.

Die **Blutmenge**, welche in unserem Gefäßsystem kreist, beträgt beim erwachsenen Menschen im Mittel etwa 5 kg, d. i. ein Dreizehntel des gesamten Körpergewichts. Das Blut hat eine rote Farbe: hellrot in den Schlagadern, dunkelrot in den Blutadern. Das Blut stellt jedoch keine gleichartig gefärbte Flüssigkeit dar, vielmehr besteht es aus einer **farblosen** Flüssigkeit, in welcher eine Menge kleiner Körperchen, die **Blutkörperchen** schwimmen. Die letzteren sind es, welche dem Blute seine Farbe verleihen.

Blutkörperchen.

Die Blutkörperchen sind so klein, daß sie nur durch das Mikroskop zu erkennen sind. Entnimmt man durch Einstich mit einer Nadel z. B. in das Ohrläppchen dem Körper ein Bluttröpfchen, legt dieses auf ein Glasstückchen (Objektträger) und bedeckt es mit einem haardünnen, etwa 1 qcm großen Glasscheibchen (Deckgläschen), so wird nach leichtem Druck das Bluttröpfchen sich als dünne gelbliche Schicht zwischen Objektträger und Deckgläschen, also über 1 qcm ausbreiten. Legt man nun das Blutpräparat unter das Mikroskop, so wird man bei etwa 500facher Vergrößerung eine kaum dem Umfang eines Stecknadelkopfs gleichkommende Stelle der über einen qcm ausgebreiteten Schicht vor Augen haben. In diesem kleinen Bruchteil des Bluttröpfchens gewahrt das Auge aber sofort viele hunderte von gelblichen, in der Mitte leicht eingedrückten Scheibchen: die **roten Blutkörperchen**, denn sie sind es, welche in dickerer Blutschicht dem Blut tiefrote Farbe verleihen. Ganz vereinzelt zwischen diesen roten Blutscheibchen sehen wir auch farblose, leicht gekörnte, matt glänzende Scheibchen, meist etwas größer als die roten Blutkörperchen; dies sind die **weißen** Blutkörperchen (Fig. 322 u. 323).

Rote Blutkörperchen.

Weiße Blutkörperchen.

Der erste, welcher die Blutkörperchen im menschlichen Blute sah, war der holländische Anatom Leeuwenhoeck und zwar im Jahre 1673.

Im Mittel kommt beim Erwachsenen ein weißes auf 700 rote Blutkörperchen, in den Jahren vor der Reifung 1 auf 500. Bei **Bleichsucht** steigt die Verhältniszahl der weißen Blutkörperchen erheblich; noch mehr bei Bluterkrankungen mit

Fig. 322. Blutkörperchen bei 500facher Vergrößerung. An einzelnen Stellen legen sich rote Blutkörperchen, auf den Rand gestellt, in „Geldrollenform" zusammen. In der Mitte und nach links zu ein weißes Blutkörperchen.

Fig. 323. Blutstrom in einem Blutgefäß unter dem Mikroskop. Die roten Blutkörperchen bewegen sich dichtgedrängt in der Mitte des Gefäßes, die weißen langsamer am Rande, d. h. an der Gefäßwand.

Untergang der roten Blutkörperchen und starker Vermehrung der weißen (Leukämie = Weißblutsucht).

Größe und Zahl der roten Blutkörperchen.

Die roten Blutkörperchen sind runde und flache, in der Mitte leicht eingedrückte Scheibchen, mit einem Durchmesser von 7 – 8 tausendstel Millimeter. In einem Kubikmillimeter Blut befinden sich etwa 5 Millionen rote Blutkörperchen. Sie enthalten einen mit Eiweiß verbundenen eisenhaltigen roten Farbstoff, das **Hämoglobin**. Die Lebensdauer eines roten Blutkörperchens beträgt 3 bis 4 Wochen. Zum Ersatz für die zerfallenen Blutkörperchen werden fortgesetzt neue, namentlich im roten Knochenmark gebildet.

Weiße Blutkörperchen.

Die **weißen** Blutkörperchen, die roten zum Teil an Größe übertreffend, stellen hüllenlose Zellen dar, welche bei steter Blutwärme unter dem Mikroskop beobachtet, sich bewegen, Fortsätze aussenden und wieder einziehen, genau so, als wären es selbständige Organismen. Sie sind imstande kleine, im Blute umherschwimmende Körperchen und Körnchen einfach in sich aufzunehmen. Diese „Freßzellen", wie der Forscher Metschnikoff sie nannte, können so krankmachende Eindringlinge ins Blut, also Pilze, einfach durch Auffressen unschädlich machen.

Während die roten Blutkörperchen mit dem Blutstrom in der Mitte der Blutgefäßröhrchen dahinschießen, bewegen sich die weißen langsam an der Blutgefäßwand fort und können gelegentlich durch feine Spalträume in der Blutgefäßwand durchkriechen und in das umgebende Gewebe „auswandern". Dies geschieht namentlich bei entzündlichen, mit Blutgefäßerweiterung einhergehenden Vorgängen im Körper. Die ausgewanderten weißen Blutkörperchen vermehren sich dann massenhaft durch fortgesetzte Teilung und tragen so wesentlich zur Bildung von Entzündungsprodukten, d. h. von Eiter bei.

Außer den Blutkörperchen befinden sich im Blute noch zahlreiche farblose vielgestaltige sogenannte **Blutplättchen**. Ihre Herkunft und Bedeutung ist noch ungewiß.

Blutflüssigkeit

Die farblose Blutflüssigkeit, in welcher die Blutkörperchen schwimmen, heißt **Blutflüssigkeit** oder **Blutplasma**. Das Blutplasma enthält:

1. gegen 8% gelöste Eiweißstoffe,
2. Faserstoff oder Fibrin (0,1 – 0,3%),
3. Salze, namentlich Kochsalz (etwa 0,85%).

Außerdem in wechselnder kleiner Menge Zucker und Fett.

Solange das Blut sich im Röhrensystem der Gefäßwände befindet, und letztere unverletzt und gesund sind, bleibt das Blut gleichmäßig flüssig. Wenn aber das Blut aus der Gefäßwand austritt und mit der Luft in Berührung kommt, oder wenn ein fremder Körper (durchgezogener Faden z. B.) innerhalb der Gefäßwand mit dem Blute sich berührt, oder wenn die innere Gefäßhaut mechanisch (z. B. beim chirurgischen Unterbinden eines Gefäßes) oder durch Erkrankung Veränderungen erleidet: so geht an der betreffenden Stelle mit dem Blut eine Veränderung vor: es

Gerinnung des Blutes.

gerinnt. Nämlich es scheidet sich der Faserstoff des Blutes in fester Form als **Gerinnsel** (Fig. 324) aus, und bildet zusammen mit den roten Blutkörperchen eine rote Masse, den **Blutkuchen**. Vermöge dieser Eigenschaft können bei kleineren Verletzungen die angeschnittenen oder zerrissenen Blutgefäße durch die entstehenden Gerinnsel sich von selbst verstopfen, und damit ist dann dem Weiterbluten ein Ziel gesetzt: die Blutung hört auf, „steht". Auf diese Weise stillen sich Blutungen aus Blutadern ohne jedes Zutun, zumal die dünnen Wände einer Blutader leicht zusammenfallen; bei verletzten Schlagadern dagegen bewirkt das starre Rohr der Schlagader und der starke Blutdruck vom Herzen her, daß ein eben gebildetes Gerinnsel bei jedem Herzstoß immer wieder von neuem herausgeschleudert wird, daher bei Schlagaderblutungen die Blutung nicht von selbst aufhört, sondern durch Verschluß des Gefäßes Verblutung verhindert werden muß.

Fig. 324. Kleines Blutgerinsel unter dem Mikroskop.

Entfernt man aus dem Blute die Blutkörperchen sowohl wie das Fibrin (durch Schlagen), so bleibt eine klare und nicht weiter gerinnbare Flüssigkeit übrig:

Blutserum.

Das **Blutserum**. Es hat bei dem Kampfe des Menschen gegen schwere sein Dasein bedrohenden Krankheiten neuerdings eine besondere Bedeutsamkeit gewonnen. Es bilden sich nämlich bei Menschen und Tieren, welche an einer sogen. Infektionskrankheit leiden, die durch kleinste, in den Körper eingewanderte Organismen hervorgerufen werden, bestimmte Stoffe im Blute, welche Gegengifte (Antitoxine) gegen die Eindringlinge und ihre Giftwirkung darstellen. Also eine Art Selbsthilfe des Körpers. So enthält das Blutserum von Tieren, welche z. B. an Diphtheritis erkrankt waren, das Gegengift oder das Antitoxin gegen die Diphtheritispilze. Indem man solches „Diphtherie-Serum" einem an Diphtheritis erkrankten Kinde in die Gewebe einspritzt, führt man ihm dieses von der Natur gebildete Kampfmittel gegen diese Krankheit zu. Es ist das hohe Verdienst von Behrings (1890), der Menschheit diesen verheißungsvollen Weg zur Heilung schwerer Infektionskrankheiten erschlossen zu haben.

§ 150. Die Blutgase.

Blutgase.

Außer den festen und flüssigen Stoffen enthält unser Blut beträchtliche Mengen von gasförmigen Stoffen. Und zwar in der Hauptsache Sauerstoff und Kohlensäure; der in geringer Menge vorhandene, der Atemluft entnommene gasförmige Stickstoff ist ohne weitere Bedeutung.

Schlagader- und Blutaderblut.

Im Schlagaderblut befindet sich mehr Sauerstoff als im Blutaderblute, in letzterem mehr Kohlensäure. Der Sauerstoff ist es, welcher dem Schlagaderblut seine hellrote Farbe gibt; sowie das Blut ärmer an Sauerstoff wird, färbt es sich dunkler, bis zur Farbe des Blutaderbluts. Schüttelt man dunkles Blutaderblut mit Sauerstoff, so färbt es sich hellrot. Die Kohlensäure an sich hat keinen Einfluß auf die Blutfärbung.

Im Schlagaderblut des Menschen fand man 17 Volumprozent Sauerstoff
und 30,8 „ Kohlensäure.

Im Blutaderblut sind weniger etwa 8 Volumprozent Sauerstoff
und mehr etwa 9 „ Kohlensäure.

Bei Erstickten verschwindet fast aller Sauerstoff des Blutes, während der Kohlensäuregehalt stark zunimmt (bis zu 52,6 Volumprozent).

Sauerstoff des Blutes.

a) Der Sauerstoff des Blutes ist chemisch in lockerer, leicht trennbarer Verbindung gebunden an das Hämoglobin, den eisenhaltigen Bestandteil der roten Blutkörperchen. Je reicher das Blut an roten Blutkörperchen, d. h. an Hämoglobin, oder mit anderen Worten: je reicher das Blut an Eisen, um so mehr Sauerstoff vermag das Blut aufzunehmen. Die roten Blutkörperchen sind also die Sauerstoffträger; sie entnehmen der Lungenluft bei der Einatmung diesen Sauerstoff, tragen ihn durch den Körper, und geben in den Haargefäßen den Sauerstoff zum Unterhalt der Lebensprozesse ab.

Das Blut entnimmt der Lungenluft, welche 21 % Sauerstoff und 79 % Stickstoff enthält, bei jeder Einatmung eine gewisse Sauerstoffmenge. Sie beträgt beim Erwachsenen in der Minute etwa 360 ccm oder 0,36 Liter Sauerstoffgas (bei 0° und mittlerem Barometerdrucke bestimmt). Bei heftigen Leibesübungen kann die Menge des ins Blut aufgenommenen Sauerstoffs auf das 5—6fache anwachsen. Rechnen wir das 5fache, so wären das in der Minute 1800 ccm oder nahezu 2 Liter Sauerstoffgas.

Gesamtoberfläche der roten Blutkörperchen.

Die Möglichkeit, daß in so kurzer Zeit, während des Durchströmens des Blutes durch die Wandungen der Lungenbläschen, eine so große Menge von Sauerstoffgas von den roten Blutkörperchen chemisch gebunden und in den Körper transportiert wird, ist dadurch gegeben, daß die Gesamtheit der Blutkörperchen eine außerordentlich große Oberflächenwirkung auszuüben vermag.

Man hat die Oberfläche eines roten Blutkörperchen beim größten Durchmesser von 0,00774 Millimeter berechnet auf 0,000128 Quadratmillimeter.

Da in einem Kubikmillimeter Blut sich 5 Millionen roter Blutkörperchen befinden, so beträgt die Gesamtoberfläche dieser

$$5\,000\,000 \times 0{,}000\,128 = 640 \text{ Quadratmillimeter.}$$

Das macht für den Kubikzentimeter Blut: 640 Quadratzentimeter
und für ein Liter Blut: 640 Quadratmeter.

Rechnen wir die Gesamtblutmenge zu nur 4,4 Liter, so beträgt demnach die Gesamtoberfläche aller roten Blutkörperchen

$$4{,}4 \times 640 = 2816 \text{ Quadratmeter oder über 28 Ar!}$$

Oxyhämoglobin.

Die Verbindung des Sauerstoffs mit dem eisenhaltigen Hämoglobin der roten Blutkörperchen heißt Oxyhämoglobin. Es gibt noch eine andere Gasart, welche

Giftiges Kohlenoxyd.

eingeatmet sich mit dem Hämoglobin verbindet, das ist das Kohlenoxyd. Es entsteht dann, wenn Kohlen (z. B. in unserem Stubenofen) unvollkommen, bei ungenügendem Zug, verbrennen. Ist dabei durch eine geschlossene Klappe am Ofenrohr oder durch sonst eine Ursache bewirkt, daß das gebildete Kohlenoxyd in die Zimmerluft eintritt, so droht bekanntlich in solcher Stube weilenden Personen der Erstickungstod. Das Kohlenoxydgas, welches sich außer einem leicht süßlichen Geruch kaum bemerkbar macht, verbindet sich, in die Lungen eingeatmet, mit dem Hämoglobin des Blutes zu Kohlenoxyhämoglobin, verdrängt also den Sauerstoff, was dann Aufhören des Lebens zur Folge hat.

Außer im Kohlendunst kommt das Kohlenoxyd auch im Leuchtgas vor (18 bis 28 %), welch letzteres in gleicher Weise giftig wirkt.

Kohlensäure des Blutes.

b) Die Kohlensäure des Blutes ist zum größten Teil in der Blutflüssigkeit enthalten. Es wird bei jeder Ausatmung ein Teil davon ausgeschieden. Nur in stark kohlensäurehaltiger Luft (z. B. in tiefen Kellern, Schächten, Bergwerksgruben) vermag die Kohlensäure des Blutes nicht auszutreten, sie häuft sich vielmehr schnell im Blute an und führt dadurch Erstickung herbei. —

§ 151. Die Lymphgefäße.

Außer den Blutgefäßen befindet sich innerhalb der Gewebe des Körpers noch ein anderes System von saftführenden Gefäßen, die Lymphgefäße. Die Bewegung der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit, der Lymphe, geht nur nach einer Richtung, nämlich zu den beiden größeren Lymphrohren, welche an der Wirbelsäule entlang laufend als Milchbrustgang in die linke, als rechter Lymphstamm in die rechte Schlüsselbeinblutader sich ergießen.

Lymphgefäße.

Die größeren Lymphgefäße sind wie die Blutadern mit Klappen versehen, welche dem Lymphstrom nur in einer Richtung sich zu bewegen gestatten.

Lymphdrüsen.

Der Lauf der Lymphgefäße wird durch zahlreiche Lymphdrüsen unterbrochen. Die Lymphdrüsen sind an verschiedenen Stellen des Körpers besonders angehäuft, so z. B. in der Achselhöhle (Durchgangsstelle für die Lymphgefäße des Armes), in der Leistenbeuge (Durchgangsstelle für die Lymphbahnen der Beine), am Unterkieferwinkel am Halse, wo namentlich die von der Mundhöhle herkommenden Lymphgefäße münden. Zahlreiche Lymphdrüsen liegen ferner zwischen den Eingeweiden.

Die Lymphdrüsen, welche aus Knäueln von Lymphgefäßen bestehen, sind gewissermaßen Filter für den Inhalt der letzteren. Krankheitserregende Stoffe, im Lymphstrom fortgetragen, z. B. von einer kleinen vergifteten Wunde oder einem Eiterherd her, bleiben oft in den Lymphdrüsen haften, bringen diese zur Schwellung, Entzündung, selbst Eiterung. So schwellen bei einem Geschwür am Fuß oder an den Zehen die Drüsen in der Leiste oft schmerzhaft an, bei Erkrankungen in der Mund- und Rachenhöhle die Lymphdrüsen am Halse.

Die Lymphgefäße saugen die Durchtränkungsflüssigkeiten der Gewebe auf, und führen sie den Blutgefäßen wieder zu. Diese Durchtränkungsflüssigkeiten entstammen den Haargefäßen, sind aus diesen durchgesickert. Die Lymphgefäße sind es also, welche diese durchgesickerten Flüssigkeiten wieder ableiten, als „Drainage-Apparat“ wirken.

Eine andere Rolle noch spielen die Lymphgefäße der Verdauungswerkzeuge. Sie nehmen aus dem Darmkanal den verdauten Speisebrei auf und führen ihn als milchige trübe Flüssigkeit durch den Milchbrustgang in den Blutstrom ein. Die Menge des Speisebreis, welche durch den Milchbrustgang in die linke Schlüsselbeinader sich ergießt, wird beim erwachsenen Menschen auf 3 kg in 24 Stunden geschätzt.

IV.
Atmungsorgane und Atmung.

§ 152. Übersicht über die Atmungsorgane.

Übersicht über die Atmungsorgane.

Die Atmungsorgane bringen 1. die Außenluft in den Körper, und ermöglichen deren Wechselwirkung mit dem Blute derart, daß das Blut der eingeatmeten Luft die zur Unterhaltung des Stoffwechsels nötige Sauerstoffmenge entnehmen kann; 2. entfernen sie die durch den Stoffwechsel gebildete giftige Kohlensäure aus dem Blute und reinigen so das Blut.

Die Atmungsorgane beginnen im Kopfe mit der Nasen- und der Mundhöhle, welche beide in die Rachenhöhle einmünden. Es folgen weiterhin in der vorderen Halsgegend der Kehlkopf, die Luftröhre, und in der nach unten vom Zwerchfell abgeschlossenen Brusthöhle die Lungen. Letztere stellen den eigentlichen Luftbehälter dar. Die in die Lungen durch Erweiterung der Brusthöhle einströmende Luft muß also vorher die Nasenhöhle, den Rachen, den Kehlkopf und die Luftröhre nacheinander passieren, die durch Zusammensinken der Wände der Brusthöhle ausströmende Luft muß denselben Weg wieder zurücknehmen.

§ 153. Die Nasenhöhle.

Nasenhöhle.

Die Nasenhöhle hat als Eingang im Gesicht die Nasenlöcher, und mündet nach hinten mit zwei großen Öffnungen, den Choanen, in die Rachenhöhle. Der Bau der Nasenhöhle ist bereits oben (§ 31) näher beschrieben, worauf hier hingewiesen sein mag.

In der Schleimhaut der Nasenhöhle enden, durch die Löcher des Siebbeins von der Schädelhöhle her hinabtretend, in zahlreichen Ästen und Verzweigungen die Geruchsnerven.

Die Nasenhöhlen bieten dadurch, daß die durch die engen Nasengänge hinstreichende Einatmungsluft allenthalben mit der feuchten warmen Schleimhaut sich berührt, einen wirksamen Schutz für die tieferen Atmungsorgane. Die Einatmungsluft wird hier vorgewärmt, angefeuchtet; gröbere Staubteilchen bleiben an der feuchten klebrigen Nasenschleimhaut haften. Mit Recht wird darauf gehalten, daß bei Leibesübungen, welche stärkere Atemtätigkeit erfordern, z. B. beim Radfahren, Bergsteigen, Laufen, Rudern usw., gleichwohl, solange es eben geht, durch die Nase geatmet wird. Denn bei gesteigerter Atemtätigkeit müssen sich auch die möglichen Schädigungen, welche trockene, kalte und vor allem staubhaltige Einatmungsluft auf die Atmungsorgane bewirken kann, entsprechend steigern.

Nicht immer ist diese Vorschrift durchzuführen. Bei Höchstanstrengung der Atmung bis zur Atemnot hin ist man schließlich stets genötigt, den weiteren Luft-

weg zu benutzen und mit geöffnetem Munde ein- und auszuatmen, nach Luft mit dem Munde zu „schnappen". Bei den nicht seltenen Schwellungen der Schleimhaut der Nasenmuscheln wird der Weg, den die Atemluft durch die Nase nehmen soll, oft aber derart enge, daß entweder stets auch durch den leicht geöffneten Mund geatmet wird, oder doch schon geringere Steigerung der Atemtätigkeit, z. B. bei Turnübungen, etwas schnellerem Marsch, langsamem Lauf, dazu zwingt, die Mundatmung zu Hilfe zu nehmen.

Nasenbluten.

In der weichen Nasenschleimhaut finden sehr leicht Zerreißungen kleiner Blutgefäße statt, und geben zu mehr oder minder starken Blutungen Anlaß. Für gewöhnlich stehen diese Blutungen bald von selbst; dauern sie aber etwas länger an, so mag man kaltes Wasser aufschnaufen lassen, oder, wenn man es zur Hand hat, etwas Alaunlösung (eine kleine Messerspitze auf eine Tasse Wasser). Auch Hochheben des der blutenden Nasenseite gleichsinnigen Armes ist empfohlen worden. Bei sehr heftigen Nasenblutungen ist zur Verstopfung der Nasenhöhle von vorn und von hinten (Choane der betreffenden Seite) ein Arzt zu holen. In seltenen Fällen tritt jedesmal bei Nasenbluten ein großer Blutverlust ein — Bluterkrankheit. Bei damit behafteten Schülern oder Schülerinnen ist alles zu vermeiden, was Anlaß zum Nasenbluten geben kann. Dazu gehören auch Turnübungen, namentlich solche, die mit Anstrengung verbunden sind, ferner Sturzhänge, Abhänge, Wellen usw. Es empfiehlt sich daher, derlei Angstkinder von der Teilnahme am Turnunterricht oder wenigstens von den Gerätübungen zu entbinden.

Mund- und Rachenhöhle.

§ 154. Die Mund- und Rachenhöhle (Fig. 325).

Die Mundhöhle beginnt mit der von den Lippen umsäumten Mundspalte. Sie wird seitlich begrenzt von den beiden Backen; ihr Dach bildet der harte Gaumen, an welchen sich der weiche Gaumen anschließt; den Boden der Mundhöhle bildet die fleischige und bewegliche Zunge. In der oberen Fläche der Zunge oder dem Zungenrücken verbreiten sich die Enden der Geschmacksnerven.

Der weiche Gaumen hängt als bewegliche Scheidewand zwischen Mund- und Rachenhöhle vom harten Gaumen herab, und heißt daher auch Gaumensegel. In seiner Mitte verlängert sich das Gaumensegel nach abwärts zu dem über dem Zungenrücken schwebenden Zäpfchen. Seitlich von diesem endet der weiche Gaumen in zwei auseinandergehende Schenkel, die Gaumenbögen. Zwischen den Gaumenbögen liegen die Mandeln, drüsige Gebilde, die bekanntermaßen häufig den Ausgangspunkt schwererer Erkrankung bilden (Mandelentzündung, Diphtherie).

Hinter dem Gaumensegel beginnt die geräumige Rachenhöhle oder der Schlundkopf. In diesen münden oben die Nasenhöhlen mit ihren beiden Öffnungen, den Choanen. Seitlich davon die kleinen Mündungen der Ohrtrompeten, welche zum Gehörorgan führen. Daher Erkrankungen des Rachens oder des hinteren Teils der Nase leicht das Gehörorgan in Mitleidenschaft ziehen. Nach vorn steht die Rachenhöhle mit der Mundhöhle in Verbindung durch die Rachenenge zwischen dem unteren freien Rand des Gaumensegels und dem Zungenrücken. Nach unten hinten setzt sich der Schlundkopf trichterförmig fort in die Speiseröhre, während unten vorn sich der Eingang zum Kehlkopf, vom Kehldeckel überdacht, befindet.

§ 155. Der Kehlkopf.

Der Kehlkopf iſt ein hohles, aus Knorpeln zuſammengeſetztes Organ, welches der Luftröhre aufſitzt. Der mächtigſte dieſer Knorpel, welcher namentlich am mageren männlichen Halſe einen ſtarken Vorſprung bildet (den „Adamsapfel"), iſt der Schildknorpel. Er ſitzt dem Ringknorpel, der die Verbindung mit der Luftröhre herſtellt, auf. Am oberen Schildknorpelausſchnitt iſt angeheftet der Kehldeckel, ein

Kehlkopf.

Kehldeckel.

Fig. 325. Durchſchnitt durch den Kopf des Menſchen in der Mittellinie.

dünner, biegſamer Knorpel. Mit der Zungenwurzel verbunden, ſtellt der Kehldeckel eine bewegliche Klappe über dem Kehlkopfeingange her. Der freie Rand des Kehldeckels ragt in den Schlundkopf hinein. Der Kehldeckel legt ſich beim Schlucken derart über den Eingang des Kehlkopfes, daß der Kehlkopf vollkommen geſchloſſen wird (Fig. 326 u. 327). Es wird ſo verhütet, daß Biſſen oder Flüſſigkeiten, welche auf dem Wege zur Speiſeröhre den Schlundkopf paſſieren, einen falſchen Weg nehmen und in den Kehlkopfeingang und in die tieferen Luftwege geraten.

Im Inneren des Kehlkopfes liegen die zwischen innerer Fläche des Schildknorpels und den kleinen Gießbeckenknorpeln ausgespannten wahren Stimmbänder, elastisch, sehnig und von weißer Farbe. Über den wahren die weicheren falschen oder oberen Stimmbänder, auch Taschenbänder genannt. Die wahren Stimmbänder lassen zwischen sich die Stimmritze, eine dreieckige Öffnung, welche beim Anlauten mehr oder weniger durch parallele Annäherung der Stimmbänder zu

Stimmbänder.

326 u. 327. Stellung des Kehldeckels und des Gaumensegels beim Atmen (Fig. 326) und beim Schlucken (Fig. 327). L = Luftröhre. S = Speiseröhre.

einem schmalen feinen Spalt verkleinert wird (Fig. 329). Fest geschlossen wird die Stimmritze bei dem früher beschriebenen Akt der Pressung oder Anstrengung.

Tonbildung.

Der Kehlkopf ist nach Art einer Zungenpfeife gebaut, deren „Zungen" die wahren Stimmbänder darstellen (Fig. 328). Die Schwingungen der wahren Stimmbänder sind es allein, welche den Ton erzeugen, die Lunge ist es, welche wie ein Blasebalg den genügend starken Luftstrom der Ausatmung gegen diese Zungen bläst und sie in Schwingungen versetzt. Je nachdem die Länge und Spannung der Stimm-

Fig. 328. Blick in den Kehlkopf von oben mittels des Kehlkopfspiegels beim ruhigen Atmen.

Fig. 329. Blick in den Kehlkopf von oben beim Anlauten. Die Stimmritze bis zu einem ganz feinen Spalt geschlossen.

bänder verändert wird — dies bewirken die zahlreichen Muskeln des Kehlkopfs — ist die Tonhöhe eine verschiedene. Da beim Knaben bis zur Entwicklungszeit und bei dem Weibe stets die Stimmbänder kürzer sind und der Kehlkopf kleiner als beim reifen Manne, so liegt die Kinder- und Frauenstimme höher als die Männerstimme.

Sprechstimme.

Der von der Rachen-, Mund- und Nasenhöhle gebildete Raum bildet das Ansatzrohr für die Zungenpfeife der Stimmbänder, d. h. für den Kehlkopf. Je nachdem dieser Raum durch verschiedene Stellung der Zunge, des weichen Gaumens usw.

eine veränderte Gestalt annimmt, weiter und enger, höher oder niedriger wird, bildet die tönende Stimme die verschiedenen Vokale. Diese sind also musikalische Klänge, welche man auch künstlich hat erzeugen können. Fernerhin entstehen dadurch, daß an bestimmten Stellen des Ansatzrohres, zwischen Lippen, Zähnen, Zunge und Gaumen Verengerungen hergestellt werden, durch welche die tönende Stimme gepreßt wird, oder daß Verschlüsse sich bilden, welche durch die Stimme gesprengt werden, Mitgeräusche oder Konsonanten. Zusammen mit den Vokalen rufen sie die artikulierte Sprache, diesen stolzen Besitz der Menschheit hervor. Das Zustandekommen des deutlichen Sprechens erfordert eine genaue Zusammenarbeit der Atembewegungen (die Sprechatmung erfordert langgedehnte Ausatmung, nach kurzer tiefster Einatmung im Gegensatz zur gewöhnlichen Atmung bei der die Zeiten der Ein- und der Ausatmung fast gleich sind), der Bewegungen der Kehlkopfmuskeln und endlich der der Muskeln des Gaumens, der Zunge und der Lippen. Die Bewegungen dieser verschiedenen Muskelgruppen so zu beherrschen, daß sie genau einheitlich zusammenwirken, das muß das Kind in den ersten Lebensjahren durch stetig wiederholte Versuche erst mühsam erlernen. Unvollkommenheiten in der Bildung der Konsonanten, d. h. das teilweise Stehenbleiben auf einer kindlichen Stufe der Sprachentwicklung, nennt man Stammeln. Es können dem allerdings auch Verbildungen der Zähne, des Gaumens usw. zugrunde liegen. Störungen in der Zusammenarbeit (Koordination) der beim Sprechakt in Betracht kommenden Muskeln bezw. deren Nerven liegen dem als Stottern bekannten Sprachfehler zugrunde.

Stammeln und Stottern.

§ 156. Die Luftröhre.

Luftröhre.

Die Luftröhre ist ein beim Erwachsenen etwa 10—12 cm langes Rohr, welches in der Mittellinie des Halses nach vorne vor der Speiseröhre gelegen senkrecht nach abwärts verläuft. In die Wand der Luftröhre eingelassene Knorpelstücke, 16 bis 20 an der Zahl, geben dem vorderen und seitlichen Umfang der Röhre einen gewissen Grad von Steifheit und Widerstandskraft. Diese Knorpelstücke haben die Form von unvollständigen — nämlich nach hinten offenen — Ringen. Denn die hintere Wand der Luftröhre ist nur häutig verschlossen und hängt zusammen mit der vorderen Wand der Speiseröhre.

Die Luftröhre geht in der Tiefe der Kehlgrube hinter das Brustbein herab, und teilt sich in der Höhe des 3. bis 5. Brustwirbels in zwei seitlich auseinandergehende Äste, die Luftröhrenäste. Der rechte Luftröhrenast, welcher weiter und kürzer ist als der linke, geht zur rechten Lunge, und teilt sich wieder in drei Luftröhrenäste, entsprechend den drei Lappen der rechten Lunge. Der linke Luftröhrenast geht zur linken Lunge und teilt sich in zwei Zweige. Diese Luftröhrenzweige verästeln sich dann in der Lunge weiter zu feineren und feinsten Luftröhren (Fig. 330).

S
L

Fig. 330. Verzweigung der Luftröhren in den Lungen. S — Schildknorpel. L — Luftröhre.

Äußeres der Lungen.

§ 157. Äußeres der Lungen.

Die Lungen füllen als zwei schwammige elastische Eingeweide, von kegelförmiger Gestalt mit stumpfer Spitze, das Herz zwischen sich fassend, die Brusthöhle aus. Mit der breiten Grundfläche (oder Lungenbasis) liegen sie der Wölbung des Zwerchfells auf, während die Lungenspitzen in die obere Brustöffnung hineinragen und vorne in der Tiefe der Oberschlüsselbeingrube kurz über dem Schlüsselbein enden (Fig. 331). Beim Neugeborenen rosenrot gefärbt, nehmen die Lungen bald eine blaugraue Farbe an, meist mit schwärzlichen Punkten — von im Lungengewebe eingelagertem Staub, namentlich Kohlenstaub herrührend — durchsetzt. Schon die Lage des Herzens mehr auf der linken Brustseite bedingt, daß die linke Lunge kleiner sein muß als die rechte. Die linke Lunge zerfällt durch einen tiefen, von hinten nach vorn gehenden Einschnitt in zwei Lungenlappen, die rechte Lunge durch mehrere solcher Einschnitte in drei Lappen.

Fig. 331. Die Lage der Lungen und des Herzens im Brustraum. H der von den Lungen nicht überdeckte, unmittelbar hinter der Brustwand belegene Teil des Herzens; hu Linie des Herzumfangs in der Tiefe des Brustraums.

An den inneren einander zugekehrten Flächen der Lungen treten sowohl die Luftröhren als die großen vom Herzen kommenden zu- und abführenden Blutgefäße in die Lungen ein. Diese Stelle heißt die Lungenwurzel.

Die Oberfläche der Lungen ist von einer glatten Haut, dem Brustfell, überzogen. Es schlägt sich an der Lungenwurzel derart um, daß es (als Rippenfell) die innere oder Rippenwand des Brustkorbs ebensowohl als die obere Fläche des Zwerchfells überzieht. Das Brustfell bildet also einen geschlossenen Sack, in welchen die beiden Lungen derart eingestülpt sind, daß die beiden Platten dieses Sackes, der glatte Überzug der Lungen und die Auskleidung der Innenwand des Brustkorbs dicht aufeinander liegen. Die Lungen hängen also, nur an den Lungenwurzeln fest angeheftet, frei in den Brustraum hinein.

§ 158. Bau der Lungen.

Wie oben beschrieben, teilt sich die Luftröhre zunächst in einen rechten und linken Ast, und jeder dieser in soviel Äste, als die Lunge der betreffenden Seite Lappen besitzt, also rechts drei, links zwei. Diese Luftröhrenäste teilen sich nun wiederholt in feinere und feinste Luftröhren. An

Fig. 332. Endäste eines Luftröhrchens mit den aufsitzenden Lungenbläschen (etwa 25fache Vergrößerung).

den trichterförmig erweiterten Enden der feinsten Luftröhrenäste sitzen zahlreiche (20—60) kugelige Bläschen, die **Lungenbläschen**, deren Hohlraum mit dem Hohlraum des betreffenden Luftröhrenendes in Verbindung steht. Diese Endbläschen sitzen also den Enden der Luftröhrchen auf, wie die Trauben dem Stiel (Fig. 332). Die kugeligen Wände der Lungenbläschen sind dicht übersponnen mit dem Haargefäßnetz der Blutgefäße der Lungen (Fig. 333) — und hier in den Lungenbläschen ist es, wo die durch die Luftröhren eingeatmete Luft mit dem Lungenblut in Wechselwirkung tritt: Sauerstoff an das Blut abgibt und Kohlensäure aus demselben aufnimmt.

Fig. 333. Einige Lungenbläschen mit dem Netz ihrer Haargefäße. — Sch = Scheidewände der Lungenbläschen. a = kleiner Ast der Lungenschlagader. — Vergrößerung 300.

Die Zahl der Lungenbläschen hat man berechnet auf 1700—1800 Millionen. Die Oberfläche aller Lungenbläschen, nebeneinander ausgebreitet, würde 200 Quadratmeter Fläche bedecken, wovon 150 Quadratmeter auf die Haargefäße kommen. Nur dadurch, daß sich der chemische Gaswechsel in den Lungen auf eine so außerordentliche Atemfläche verteilt, wobei man noch die früher gegebene Ziffer der Gesamtoberfläche der roten Blutkörperchen des Blutes sich vor Augen halten muß (siehe oben S. 295), erklärt sich die außerordentliche Leistungs- und Anpassungsfähigkeit unserer Atemorgane und des Stoffwechsels in den Geweben.

§ 159. Äußere und innere Atmung.

Die Lungenatmung oder der Gaswechsel in den Lungen, bestehend aus Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe, heißt auch „äußere" Atmung. Ihr steht gegenüber die „**innere**" Atmung, d. h. der Gaswechsel, welcher sich zwischen dem Haargefäßblut und den Geweben vollzieht, indem hier umgekehrt vom Blute Sauerstoff abgegeben und Kohlensäure aufgenommen wird. Der Umfang der äußeren oder Lungenatmung und der der inneren Atmung stehen in Wechselbeziehung zueinander derart, daß der Umfang der inneren Atmung den der äußeren beherrscht, und eine stärkere Steigerung der inneren Atmung, also der Stoffwechselvorgänge in den Geweben, entsprechende Steigerung der Lungenatmung selbsttätig sofort hervorruft.

Mechanismus der Atmung.

§ 160. Mechanismus der Atmung.

Die Atmung setzt sich aus zwei verschiedenen rhythmisch im Wechsel erfolgenden Vorgängen: der Ein- und der Ausatmung zusammen. Bei der Einatmung wird durch die Einatmungsmuskeln der Brustkorb erweitert. Da die Lungen der Brustwand dicht anliegen, so folgen sie dem Zug der Brustwände, indem in die Lungen Luft eingesogen wird, welche die Lungen passiv erweitert und zwar um so viel, als die Vergrößerung des Brustkorbes beträgt. Hören die Einatmungsmuskeln auf zu wirken, so vollzieht sich die Ausatmung derart, daß die Elastizität und Schwere der Brustwände, die Erschlaffung des Zwerchfells, sowie die Elastizität des Lungengewebes die vorher gedehnten Lungen wieder zusammendrückt, und eine entsprechende Menge Luft aus den Lungen wieder entweichen macht. Nur bei heftiger Ausatmung wird Muskeltätigkeit auch zur Verkleinerung des Brustraums in Anspruch genommen. Für gewöhnlich vollzieht sich bei ruhigem Atmen allein die Einatmung aktiv durch Muskeltätigkeit, während die Ausatmung ein passiver Vorgang ist. (Siehe die Übersicht über die bei der Atmung tätigen Kräfte S. 225.)

Die Arbeit der Einatmungsmuskeln geschieht, wie alle Muskelarbeit, auf Anregung von bestimmten Nerven aus. Für gewöhnlich erfolgen diese Bewegungsreize vollständig selbsttätig, d. i. automatisch, wie auch beim Herzen. Vollkommen selbsttätig wird die Atmung tiefer und schneller, sobald ein gesteigertes Bedürfnis dazu vorhanden ist, und kehrt zum gewohnten ruhigen Gang zurück, wenn Ursachen zu vermehrter Atemtätigkeit nicht mehr vorliegen. Die augenblickliche Anpassung an die vorhandenen Anforderungen bezüglich des Atemumfangs reguliert sich unwillkürlich mit wunderbarer Genauigkeit. Auf dem Wege des Reflexes (s. u.) wird die Atembewegung beeinflußt durch Reiz von der Schleimhaut der oberen Luftwege im Sinne des Aufhebens der Ein- und der Verlängerung der Ausatmung. Bei sehr heftigem Reiz erfolgt explosionsartige Ausatmung: Husten oder Niesen. Die Atemmuskeln können aber auch zeitweilig — zum Unterschied von der Herzbewegung — unmittelbar unserm Willen unterworfen werden. Wir können willkürlich bis zu einer gewissen Grenze die Atmung beschleunigen oder verlangsamen, ja für 1—2 Minuten ganz unterbrechen, wir können willkürlich flacher atmen oder die Atmung vertiefen usw. Sowohl diese willkürliche Beeinflussung des Atemgangs als die Ausnutzung der unwillkürlichen Regulierung der Atmung können wir zur Übung und Kräftigung der Atemorgane in Anspruch nehmen.

Umfang der Atmung.

§ 161. Umfang der Atmung.

Die Lungen können im Brustkorb ihren Luftgehalt niemals ganz abgeben: nur ein Teil der Lungenluft ist es, welcher beim Atmen dem Wechsel unterworfen oder „ventiliert" wird.

Wir unterscheiden hinsichtlich des größtmöglichen Umfangs der Atmung folgende Luftmengen:

1. Die Residualluft oder rückständige Luft, das ist diejenige Luftmenge, welche auch bei stärkster Ausatmung in den Lungen zurückbleibt. Die Menge der Residualluft beträgt beim Erwachsenen im Mittel 1200 ccm.

2. Reserveluft oder Ergänzungsluft nennen wir diejenige Luftmenge, welche bei ruhiger Ausatmung ebenfalls noch in den Lungen verbleibt, aber durch angestrengte

Ausatmungsbewegung noch aus den Lungen ausgetrieben werden kann. Die Menge der Reserveluft beträgt beim kräftigen Erwachsenen etwa 1600 ccm.

3. Respirationsluft oder Atmungsluft ist diejenige Luftmenge, welche bei ruhiger Einatmung eingenommen, bei ruhiger Ausatmung abgegeben wird. Diese bei ruhigem Atmen allein ventilierte Luftmenge beträgt nicht mehr als etwa 500 ccm.

4. Komplementärluft oder Hilfsluft ist die Luftmenge, welche nach ruhiger Einatmung noch obendrein durch weitere angestrengte Einatmungstätigkeit in die Lungen aufgenommen werden kann. Diese Luftmenge beträgt im Mittel 1600 ccm.

Nach einer ruhigen Einatmung enthält also die Lunge die Luftmengen

$$1 + 2 + 3 = 3300 \text{ ccm},$$

nach ruhiger Ausatmung $1 + 2 = 2800$ ccm.

Es ist mithin bei ruhigem Atmen nur $^1/_6 - ^1/_7$ (500 ccm) der Lungenluft dem Luftwechsel unterworfen. Bei heftigster Ein- und Ausatmung werden noch mit beteiligt die Reserve- und die Hilfsluft (2 u. 4), so daß die Atmungsluft um etwa 3200 ccm, d. h. um mehr als das sechsfache vermehrt werden kann. Es werden dann also ventiliert: $2 + 3 + 4 = 3700$ ccm.

Werden bei ruhiger Ein- und Ausatmung und 15 Atemzügen in der Minute

$$15 \times 500 = 7500 \text{ ccm} = 7{,}5 \text{ Liter}$$

ventiliert, so vermehrt tiefste Ein- und Ausatmung bei gleichbleibender Zahl der Atemzüge den Atemumfang schon auf das siebenfache:

$$15 \times 3700 = 55500 \text{ ccm} = 55{,}5 \text{ Liter}.$$

Wird dabei — wie dies bei heftiger Ein- und Ausatmung stets der Fall — auch noch die Zahl der Atemzüge vermehrt, so steigt die ventilierte Luftmenge bei 30 Atemzügen in der Minute auf

$$30 \times 3700 = 111000 \text{ ccm} = 111 \text{ Liter},$$

bei 45 Atemzügen auf

$$45 \times 3700 = 166500 \text{ ccm} = 166{,}5 \text{ Liter},$$

d. h. im ersteren Fall wird der Atemumfang um mehr als das 14fache, im letzteren Falle sogar um das 22fache erhöht. Tatsächlich können derartige Steigerungen des Atemumfanges bei sehr heftigen Leibesübungen, wie z. B. bei schnellstem Lauf, beim schnellsten Rudern u. dergl. schon vorkommen, wie unten noch gezeigt werden soll.

§ 162. Fassungskraft der Lungen.

Die Luftmenge, welche nach stärkster Einatmung durch stärkste Ausatmung wieder ausgetrieben werden kann (also die Luftmengen 2 + 3 + 4 nach dem vorherigen), nennen wir die Fassungskraft oder die vitale Kapazität der Lungen. Sie wird bestimmt mittels des Spirometers von Hutchinson (Fig. 337). Es besteht aus einer großen Glocke, welche in einem größeren Gefäß mit Wasser, durch Gewichte im Gleichgewicht gehalten, hängt. In diese Glocke mündet eine Röhre mit Mundstück. Macht man eine tiefste Einatmung, und bläst dann mit aller Kraft (tiefste Ausatmung) mittels des Mundstücks oder einer luftdicht an das Gesicht sich anlegenden, Nase und Mund einschließenden kleinen Maske in die Röhre, so gelangt diese Ausatmungsluft in die Glocke, die Glocke hebt sich in dem wasserhaltenden Gefäß, und läßt auf einer Skala die Menge der eingeblasenen Luft unmittelbar ablesen. — Der Apparat wird vielfach angewendet, um den Erfolg von Leibesübungen hinsichtlich der Steigerung der Atemtüchtigkeit ziffernmäßig festzustellen.

Fassungskraft oder vitale Kapazität der Lungen.

Das Maß der größeren Fassungskraft der Lungen steigt mit der Körperlänge (im allgemeinen ist das Volum des Rumpfes 7 mal so groß als die vitale Kapazität). Es ist jedoch beim Weibe eine geringeres als beim Manne, und verhält sich zu dem des Mannes bei gleicher Körperlänge wie 7 : 10. Hinsichtlich des Lebensalters wächst die Fassungskraft der Lunge bis zu den Jahren der Vollkraft und ist etwa im 35. Lebensjahr am größten. Vermindert wird sie in zunehmendem Grade bei einer über das normale Mittel hinausgehenden Körperfülle.

Fig. 334. Spirometer. M Mundstück der Röhre. G Glocke mit der Skala.

Brustmaß bei den verschiedenen Berufsarten.

Was den Einfluß der Berufsarten betrifft, so fand Ammon bei seinen zahlreichen Messungen, daß eine normal entwickelte Brust die Regel ist bei Landwirten und anderen Berufsarten, welche Arbeit im Freien bedingen; die in Werkstätten tätigen Arbeiter hatten eine geringere, die in Fabriken, Kontoren und Laden beschäftigten Leute die am geringsten entwickelte Brust.

Vitalkapazität bei Teilnehmern von Turnkursen.

Bei den Teilnehmern unserer Turnkurse (Lehrer und Studierende im Alter von 20 – 30 Jahren) stellte ich eine Reihe von Jahren hindurch die Fassungskraft der Lungen mit dem Spirometer fest. Das Gesamtmittel betrug 3388 ccm, die geringste beobachtete Kapazität war 2200 ccm, die höchste 5500 ccm. Nach den halbjährigen Turnkursen hatte eine durchschnittliche Zunahme von 415 ccm stattgefunden. In dieser Ziffer spricht sich aber nicht etwa vorwiegend eine Zunahme des Brustraums aus, sondern mehr die infolge der Muskelübung erhöhte Fähigkeit, tiefste Ein- und Ausatmungsbewegungen zu machen. Dies zeigte sich auch darin, daß durchgängig bei allen denjenigen Kursisten, welche schon früher reichlich Leibesübungen betrieben hatten, kräftige Muskulatur und starke Lungenkapazität besaßen, gar keine oder nur geringe Zunahme der Kapazitätsziffern erzielt wurde. Bei zweien, die sichtlich überträniert waren, war die Fassungskraft sogar bei wiederholten Versuchen eine verminderte.

Für den Stuttgarter Turnkursus stellte Fetzer höhere Ziffern fest: Durchschnitt von 3833 ccm vor, 4290 ccm nach dem Kursus. Die Zunahme schwankte hier zwischen 100 und 1000 ccm. Der Grund liegt wohl darin, daß in Stuttgart mehr Landlehrer und gar keine Studierenden an den Kursen teilnehmen.

Jedenfalls ist bei jungen Leuten, die regelmäßig Leibesübungen treiben, eine vitale Kapazität von 3800 – 4500 ccm häufig. Kolb stellte bei der „schweren" Mannschaft des Berliner Ruderklubs sogar ein Durchschnittsmaß von 5600 ccm, bei der „leichten" Mannschaft ein solches von 4700 ccm fest.

Zahl der Atemzüge.

§ 163. Die Zahl der Atemzüge.

Die Zahl der Atemzüge in der Minute unterliegt ähnlichen Schwankungen wie die Zahl der Pulsschläge. Auf eine Atmung kommen 3 – 4 Pulsschläge.

Bei 5jährigen Kindern ist die Zahl der Atemzüge in der Minute etwa 25, im Alter von 10 — 15 gegen 20, bei geübten jungen Leuten mit wohlentwickelter Brust betragen sie in der Ruhe beim Sitzen oder Stehen 12 — 15 in der Minute.

Am geringsten ist die Zahl der Atemzüge beim Liegen; sie wächst an beim Sitzen und noch mehr im Stehen. Erheblich wächst die Zahl der Atemzüge bei Muskelarbeit.

Von den beiden Akten der Atmung, die sich im rhythmischen Wechsel folgen, ist der der Einatmung etwas kürzer als der der Ausatmung. Nur bei einer Verengerung der Luftwege, welche die Einatmung zu einer mühsamen gestaltet, sowie bei eigentlicher Atemnot wird die Einatmung verlängert. Umgekehrt wird die Ausatmung mühsam und verlängert bei Lungenblähung (Emphysem), bei welcher ganze Gruppen von Lungenbläschen durch Schwund ihrer Zwischenwände zu großen Hohlräumen unter Verringerung der Atemfläche, zusammenfließen und die Elastizität des Lungengewebes schwindet (s. o. „faßförmige" Brust). Übermäßig häufige Anwendung des Aktes der Anstrengung oder Pressung beim Betrieb von Kraftübungen ist imstande, solche Lungenblähung, namentlich der unteren Lungenpartien, hervorzurufen.

§ 164. Atemsteigerung und Atemnot.

Atemsteigerung und Atemnot.

Die Atmung wird stets vermehrt und vertieft, wenn durch Lungenerkrankung die Atemfläche stark verkleinert ist; wenn Verengerungen der Luftwege bestehen; wenn starke Verminderung der roten Blutkörperchen bei Blutarmut den Umfang des Gaswechsels in den Lungen wie in den Geweben verringert; wenn der Blutkreislauf gestört ist usw. Da in allen diesen Fällen krankhafter Veränderungen die gewöhnliche Atmung nicht ausreicht, um genügenden Gasaustausch in den Lungen zu unterhalten, das Blut vielmehr bald sauerstoffarm und kohlensäureüberladen sein würde, so tritt entsprechende Steigerung der mittels Ein- und Ausatmung in der Zeiteinheit ventilierten Luftmenge ein, um den Mangel auszugleichen.

Eine gleiche Steigerung tritt ein, wenn durch vermehrten Stoffwechsel infolge von Muskelarbeit sich einerseits größere Mengen von Kohlensäure bilden und aus dem Blute fortgeschafft werden müssen, andererseits auch ein vermehrter Verbrauch von Sauerstoff durch gesteigerte Zufuhr zu decken ist. Wie wir oben sahen, wird der größere Sauerstoffbedarf zunächst dadurch befriedigt, daß der im Blute vorhandene Sauerstoff besser ausgenutzt wird, und daß weiterhin das Herz durch stark gesteigerte Tätigkeit das mehr-, ja das vielfache von sauerstoffhaltigem Blute durch die arbeitenden Muskeln treibt. Die Lungentätigkeit aber ist es, welche vor allem die stärker auftretenden Kohlensäuremengen zu bewältigen, d. h. durch Steigerung des Atemumfangs aus dem Körper zu entfernen hat.

Zunahme der Kohlensäure bei Muskelarbeit.

Die Steigerung der Atemtätigkeit geht in gleichem Schritt mit der Steigerung der Kohlensäuremenge im Blute, und letztere steht im gleichen Verhältnis zu der in der Zeiteinheit geleisteten Arbeitssumme. Die größten Arbeitssummen, das ist früher gezeigt, leistet aber der Körper bei einer auf viele große Muskeln verteilten Arbeit. Eine solche kann geleistet werden, ohne daß ein einziger der in Anspruch genommenen Muskeln übermäßig zu arbeiten braucht und ermüdet. Umgekehrt kann eine geringfügige Muskelarbeit, wenn sie einem verhältnismäßig sehr kleinen Muskelbezirk aufgebürdet wird, letzteren bis zur vorübergehenden Arbeitsunfähigkeit überbürden und übermüden, ohne daß die geleistete Arbeitssumme von größerem Belang war und ohne daß eine wesentliche Steigerung des Atemumfangs, eine stark vermehrte Ventilation der Lungenluft eintrat. Der Grad der örtlichen

Muskelermüdung ist also durchaus kein Gradmesser für eine umfängliche und wirksame Steigerung der Atem-, Kreislauf- und Stoffwechselvorgänge im Körper.

Eine solche Steigerung wird vielmehr am wirksamsten und eingreifendsten durch Schnelligkeitsübungen in ihren verschiedenen Formen bewirkt.

Gesteigerte gleichmäßige Atmung.

Bei einer Schnelligkeitsbewegung tritt zunächst eine einfache Steigerung der normalen Atemtätigkeit ein: die Atemzüge werden vertieft, indem der Brustkorb unter stärkster Tätigkeit der eigentlichen Atemmuskeln und Zuhilfenahme der Arbeit der Hilfsatemmuskeln nach allen Richtungen hin erweitert wird; die Atemzüge werden ferner vermehrt, auf das Doppelte ihrer Zahl in der Zeiteinheit und mehr. Die Atembewegungen behalten dabei ihren gleichmäßigen Rhythmus.

Eine solche Steigerung der Atemtätigkeit zeigt sich bald bei Bewegungen wie Bergsteigen, munterm Marsch in der Ebene, langsamem Lauf, Radfahren, Rudern u. dergl. Werden solche Bewegungen derart in ihrer Schnelligkeit gemäßigt, daß nicht mehr Kohlensäure in den arbeitenden Muskeln auftritt, als die bewirkte Atemtätigkeit andauernd zu bewältigen, d. h. auszuscheiden vermag, so können sie lange Zeit hindurch in gleichem Schnelligkeitsmaß fortgesetzt werden, die Schnelligkeitsübung wird zur Dauerübung.

Was eine Dauerübung für die Atemtätigkeit bedeuten kann, lehre folgendes Rechenexempel. Wir sahen oben, daß bei ruhiger Atmung mit jedem Atemzug 500 ccm Luft, das sind in der Minute bei 15 Atemzügen 7,5 Liter, in der Stunde $60 \times 7{,}5 = $ **450 Liter** ventiliert werden. Nehmen wir an, daß bei einer tüchtigen Dauerübung der Atemumfang bei jedem Atemzuge auf das 3fache gesteigert werde, und die Zahl der Atemzüge auf das Doppelte, so würden bei jedem Atemzug ventiliert 1500 ccm, bei 30 Atemzügen in der Minute 30×1500 ccm $= 45$ Liter, und in der Stunde $60 \times 45 = $ **2700 Liter.**

Dauerübungen mit solchem Atemumfang — z. B. strammer Marsch, Bergsteigen — können aber über mehrere Stunden ausgedehnt werden. Es leuchtet ein, welche Summe von Lungenübung sich in solchen Ziffern ausspricht.

Atemgang bei heftigen Schnelligkeitsübungen.

Anders wird das Bild, wenn eine heftige Schnelligkeitsübung, die anfangs nur jene rhythmische Steigerung des Atemumfangs hervorrief, mit dem Bestreben, ein Höchstmaß von Schnelligkeit zu erreichen, fortgesetzt wird (Lauf, Rudern). In solchem Falle wächst die Kohlensäuremenge im Blute derart an, daß der Atemumfang immer mehr gesteigert werden muß, die Zahl der Atemzüge auf 50 bis 60 in der Minute, ja weit darüber anwächst. Dabei stellt sich zunächst eine Veränderung in der Art des Atemganges derart ein, daß die Einatmung länger wird, die Ausatmung kürzer. So kamen bei einem mittleren Lauf nach einiger Zeit 13 Laufschritte auf die Ein-, nur 5 auf die Ausatmung.

Weiterhin kommt dann aber eine Grenze — sie liegt je nach Übung und Leistungsfähigkeit bei dem einen früher, bei dem anderen später — wo die gesteigerte Atemtätigkeit die wachsende Mehrbelastung nicht mehr zu bezwingen vermag: wo die Atmung und mit ihr die Körpermuskulatur zu versagen beginnt (s. o. Fig. 318).

Atemnot oder Atemermüdung.

Dabei sind die Lungen mit Blut überfüllt; der große Kreislauf ist blutleer: eine Folge der gleichzeitig in die Erscheinung tretenden Herzermüdung. Das Antlitz wird fahl und bleich, alle Atem- und Hilfsatemmuskeln arbeiten mit äußerster Anstrengung. Am Zwerchfell äußert sich diese heftige Muskelarbeit, und zwar meist auf der linken Seite, in Schmerzhaftigkeit bei jedem Atemzug: Seitenstechen (wohl fälschlich auf die Milz bezogen). Der Mund ist weit offen, die Nasenflügel spielen. Die Änderung im Atemrhythmus, schon vorher begonnen, tritt noch stärker in die Erscheinung: die Ausatmung wird ganz kurz und stoßend,

die Einatmung im Verhältnis dazu lang und tief, der Läufer, der Ruderer „ringt nach Atem", schnappt mühsam nach Luft. Auch nach heftigem Ringen oder schwerem Hantelstemmen kann ein solches Bild von Atemermüdung kurz sich einstellen. Die Störung des Atemrhythmus, d. h. die Verlängerung der Einatmung erklärt sich dadurch, daß der Übende instinktiv durch gewaltsame Einatmung die Entleerung der blutüberfüllten Lungengefäße in das rechte Herz zu bewirken und sich damit des äußerst quälenden Gefühls der Beengung auf der Brust zu erwehren sucht.

Diese ganze Summe von Erscheinungen nennen wir Atemnot oder Atemermüdung.

Wird bei den ersten Zeichen eintretender Atemnot die veranlassende heftige Bewegung entweder unterbrochen oder stark gemäßigt, so kehrt allmählich der normale Atemrhythmus wieder, indem Aus- und Einatmung ruhiger und gleichmäßiger werden. Das gleichzeitig sich erholende Herz stellt das Gleichmaß im Kreislauf her, die Lungen werden von ihrer Blutüberfüllung entlastet, die Brust wird freier, das Antlitz rötet sich wieder. In wenig Minuten ist die Atemermüdung überwunden, ohne Spuren zu hinterlassen, und ist die frühere Leistungsfähigkeit wieder vorhanden.

Niederstürzen bei äußerster Atemlosigkeit.

In seltenen Fällen, wo man der beginnenden Atemlosigkeit nicht Rechnung trägt, wo man die Bewegung nicht einstellt oder doch mäßigt, sondern mit einer äußersten Willensanstrengung in dem erreichten Höchstmaß von Schnelligkeit noch fortzusetzen sucht, können Atemnot und Herzermüdung sich zu einer gefahrdrohenden Höhe steigern: das Bewußtsein schwindet, der überhetzte Läufer oder Radfahrer bricht nieder; man muß Belebungsmittel wie Besprengen mit kaltem Wasser, Riechen an Salmiakgeist, Reibungen der Körperoberfläche und dgl. anwenden, um den zu Boden Hingestreckten wieder zu beleben. So kann selbst einmal tödlicher Ausgang eintreten. Nicht gar so selten sind solche Fälle von Niederbrechen bei Berufsläufern oder Berufsfahrern vorgekommen, die ihr Alles daran setzten, um einen neuen unerhörten Rekord herauszuschlagen. Ähnlich können auch überhetzte Tiere mitten in schnellster Bewegung tot niederstürzen: z. B. Rennpferde bei Rennen, oder Brieftauben. —

Ursache der Atemnot.

Die Erscheinungen der Atemnot werden nach großen Arbeitsleistungen von selbst herbeigeführt einmal durch die Überladung des Blutes mit Kohlensäure, dann aber auch durch bestimmte im Blut kreisende Stoffe, welche dem Stoffwechsel der Muskeln entstammen, mithin zu den Ermüdungsstoffen gehören. Diese Reizstoffe erregen heftig das Atemzentrum, d. h. diejenige Stelle des Zentralnervensystems, von welcher aus die unwillkürlichen Atembewegungen reguliert werden. Diese Stelle befindet sich im verlängerten Mark (Übergang vom Rückenmark zum Gehirn) am Boden der vierten Hirnhöhle (s. u. § 215). —

§ 165. Der Gaswechsel in den Lungen.

Gaswechsel in den Lungen.

Die uns umgebende Luft ist ein Gemisch von Gasen. Abgesehen von ihrem Wassergehalt besteht sie aus etwa

	20,92 Volum %	Sauerstoff,
	79,05 „ %	Stickstoff,
und etwa	0,03 „ %	Kohlensäure.

Vergleicht man mit dieser Zusammensetzung der eingeatmeten Außenluft die Zusammensetzung der ausgeatmeten Luft, so enthält diese im Mittel bei ruhigem Atmen etwa

	16,033 Volum %	Sauerstoff,
	79,58 „ %	Stickstoff,
	4,38 „ %	Kohlensäure.

Die ausgeatmete Luft ist also:

1. reich an Kohlensäure, und zwar enthält sie davon mehr als 100mal soviel wie in der atmosphärischen Luft enthalten ist,
2. ärmer an Sauerstoff, und zwar enthält sie etwa 4,78 Volumprozent weniger als die eingeatmete atmosphärische Luft.

Die Stickstoffmenge ist dieselbe geblieben: d. h. der gasförmige Stickstoff ist für den Körper indifferent; wie er eingeatmet wird, so wird er auch wieder ausgeatmet, ohne irgend eine Wirkung auf den Körper auszuüben.

Fassen wir die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs (4,78 Volum %) und die der ausgeschiedenen Kohlensäure (4,38 Volum %) ins Auge, so ergibt sich, daß bei ruhigem Atmen etwas mehr Sauerstoff aufgenommen als Kohlensäure ausgeschieden wird. Namentlich ist die Kohlensäureausscheidung im Verhältnis zur Sauerstoffaufnahme gering in der Nacht während des Schlafes.

Dies Verhältnis kehrt sich um bei vermehrter Atmung infolge von Muskelarbeit: hier wird mehr Kohlensäure ausgeschieden als Sauerstoff aufgenommen wird.

Den Gaswechsel in den Lungen hat man beim Erwachsenen in 24 Stunden — während welcher keine größere Muskelarbeit verrichtet wurde — bestimmt auf:

Sauerstoffaufnahme: 744 g = 516 500 ccm oder 516,5 Liter,
Kohlensäureabgabe: 900 g = 455 500 ccm „ 455,5 „

dazu noch Abgabe von Wasser (als Wasserdampf gelöst) 330 – 640 g.

Die Größe des Gaswechsels in den Lungen unterliegt mancherlei Verschiedenheiten.

Altersverschiedenheit.

1. In bezug auf das Alter. Bei Kindern ist die Kohlensäureausscheidung absolut zwar kleiner, aber doppelt so groß als beim Erwachsenen, wenn man ihre Menge im Verhältnis zum Körpergewicht berechnet. Der Stoffwechsel ist beim heranwachsenden Kinde also ein weit regerer.

Verschiedenheit nach Geschlecht und Körperverfassung.

2. In bezug auf Geschlecht und Körperverfassung. Bei Männern ist der Gaswechsel in den Lungen im allgemeinen um ein Drittel, zur Zeit der Geschlechtsreife sogar um das Doppelte größer als beim Weibe. Ebenso verbrauchen muskelkräftige Menschen mehr Sauerstoff und scheiden mehr Kohlensäure aus als Schwächlinge. Eine gesunde Entwicklung der Muskelkraft steigert also die Lebensvorgänge.

Einfluß des Lichts und der Kälte.

3. Ebenso werden die Lebensvorgänge gesteigert im Licht, namentlich im Freien, im hellen Sonnenlicht.

4. Von Einfluß ist auch die Wärme der Außenluft, und zwar nehmen bei zunehmender Kälte Zahl und Tiefe der Atemzüge zu; es wird mehr Sauerstoff aufgenommen, mehr Kohlensäure abgegeben.

5. Der Gaswechsel steigt weiterhin infolge von Nahrungsaufnahme. So fand Zuntz den Sauerstoffverbrauch nach dem Frühstück morgens um 18,8 %, nach dem Mittagessen um 20,5 % gesteigert.

Steigerung des Gaswechsels bei Muskelarbeit.

6. Eine erhebliche Zunahme erfährt der Gaswechsel in den Lungen als Ausdruck gesteigerten Stoffwechsels bei Muskelarbeit.

Gegenüber der Atmung bei Muskelruhe wächst nach Zuntz die Lungenventilation beim Spazierengehen auf das $2^1/_2$ fache, bei strammem Marsch mit Gepäck sowie bei mäßigem Bergansteigen auf das 4 fache, beim Radfahren, stärkerem Ansteigen sowie beim Dauerlauf auf das 6 fache und mehr, bei schnellem Lauf auf das 9 – 13 fache. Für das schnellste Rudern (Wettrudern über 2000 m in 8 Minuten) berechnete Kolb eine Steigerung des Gaswechsels in den Lungen auf das 20 fache.

Es sei übrigens bemerkt, daß die Steigerung der Atemgröße auf das mehr- und vielfache nicht einer einfach gleichgroßen Steigerung des Gaswechsels entspricht. Bei sehr hastigem Atmen enthält die Ausatmungsluft nicht so viel Volumprozent

Kohlensäure als bei ruhigem Atmen, wenn auch die Summe der ausgeschiedenen Kohlensäure eine größere ist und mit Zahl und Tiefe der Atemzüge wächst. Vierordt gibt u. a. folgende Ziffern:

Größe des Atemzugs:	enthaltene Kohlensäure:
500 ccm	21 ccm
1000 „	36 „
1500 „	51 „
2000 „	64 „
3000 „	72 „

§ 166. Wassergehalt der Luft.

Wassergehalt der Luft.

Mit der Ausatmungsluft wird aus dem Körper auch Wasser in Dampfform ausgeschieden: durch Anhauchen einer kalten Glasscheibe können wir uns leicht den Wassergehalt des Atems anschaulich machen. Die Menge des Wassers, welche durch die Atmung aus dem Körper ausgedunstet wird, hat man auf 330 – 640 Gramm in 24 Stunden berechnet.

Diese Ausscheidung von Wasser mit der Atmungsluft gestaltet sich verschieden, je nach dem Wassergehalt der uns umgebenden Luft.

Der atmosphärischen Luft sind stets Wasserdämpfe beigemengt. Die Größe des Wassergehalts ist aber eine starke wechselnde. Je wärmer die Luft, eine um so größere Wassermenge vermag sie aufzunehmen. Es gibt für jeden Grad der Luftwärme einen Feuchtigkeitsgehalt, den sie noch eben aufzunehmen vermag. Der Grad der Sättigung mit Feuchtigkeit ist für jeden Wärmegrad der Luft ein anderer. Derselbe Wassergehalt, der bei hoher Luftwärme die Luft als wenig gesättigt, als „trocken" erscheinen ließe, kann bei sehr niedriger Luftwärme den Sättigungsgrad darstellen, diese Luft als „feucht" erscheinen lassen.

Trockne und feuchte Luft.

Kann die uns umgebende Luft noch großen Feuchtigkeitsgehalt aufnehmen, so atmen wir viel Wasserdampf aus. Dieser wird unsern Atemorganen entzogen, und es entsteht so das Gefühl von Trockenheit. Umgekehrt: ist die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, so können sich unsere Atemorgane ihres Wassergehalts gar nicht entlasten, es entsteht das Gefühl der Beklemmung. So in starkem Nebel, in heißer schwüler Luft, im Dampfbad. Dabei ist zu bemerken, daß die austrocknende Wirkung bei warmer aber wenig mit Wasserdampf gesättigter Luft sehr stark empfunden wird. Der gefürchtete trockne Wüstenwind Chamsin in Ägypten hat eine relative Feuchtigkeit von 12 – 15 %, d. h. er entzieht nicht mehr Feuchtigkeit, wie die mit Wasserdampf gesättigte Luft von 0^{0} bei der Erwärmung nach der Einatmung ebenfalls verlangt. Gleichwohl tritt im letzteren Falle kein lästiges Gefühl der Trockenheit ein, während der Chamsin zur Qual wird. Unsere Atemorgane sind imstande, den stärkeren Wasserverlust bei sehr niedriger Außentemperatur sehr gut zu vertragen. Im großen und ganzen fühlen wir uns hinsichtlich der Atemorgane am wohlsten in einer Luft, die, ihrer Wärme entsprechend, nicht ganz, sondern nur bis zu 70 % gesättigt ist.

§ 167. Verschlechterung der Atemluft durch Gase.

Verschlechterung der Atemluft.

In jedem abgesperrten Raum, in dem sich zahlreiche Menschen befinden, wird, wenn nicht für unausgesetzte, oder doch häufige Lufterneuerung gesorgt wird, durch

die Ausatmung der Kohlensäuregehalt der Luft vermehrt, durch die Einatmung der Sauerstoffgehalt vermindert werden.

Kohlensäuregehalt der Luft.

Nun kann allerdings der Kohlensäuregehalt der Außenluft schon ziemlich stark steigen, bevor er an sich schädlich wirkt und unangenehm empfunden wird. Erst bei einem Kohlensäuregehalt von 1 % in der Atemluft tritt merkliches Unbehagen ein, bei höheren Graden über 5 % geradezu Gefährdung des Lebens.

Dagegen entstammen der Haut, dem Eingang und namentlich dem Ausgang des Verdauungskanals usw. eine Anzahl von gasförmigen Stoffen, welche schon durch den Geruch sich unangenehm bemerkbar machen und, in gewissen Mengen eingeatmet, entschieden gesundheitsschädlich sind. Für die Menge dieser Giftstoffe in der Atemluft bildet der Kohlensäuregehalt einen Gradmesser. Wenn Pettenkofer eine Luft, die mehr als 0,1 % Kohlensäure enthält, als schlechte Luft bezeichnet, so ist es nicht der Kohlensäuregehalt an sich, auf welchem die Luftverschlechterung beruht, sondern der Gehalt an jenen organischen Ausdünstungsstoffen. Nun hat man in Schulzimmern nach der ersten Schulstunde 0,3 – 0,4 %, nach der dritten Schulstunde 0,5—0,6 % Kohlensäure gefunden, ja in einer Volksschulklasse 1,2 %. In Hörsälen sind 0,39 %, in Wartezimmern 0,49 % bestimmt worden – Ziffern, welche einen außerordentlichen Grad von Luftverderbnis bekunden.

Auch für Turnsäle kann solche Luftverschlechterung in Betracht kommen, falls in keiner Weise für ausgiebige Lufterneuerung gesorgt wird. Denn wenn auch der Luftraum, welcher im Turnsaal auf den Kopf der Turnenden entfällt, ein weit größerer ist, als der Luftraum im Schulzimmer, so muß doch darauf hingewiesen werden, daß die gesteigerte Atmung bei Turnübungen das mehrfache an Kohlensäure, die gesteigerte Hauttätigkeit bis zur Schweißbildung wohl ebenfalls das mehrfache an schädlichen Ausdünstungen in den Luftraum des Übungssaals entsendet, wozu beim Abendturnen noch die durch die Beleuchtung erzeugte Luftverschlechterung hinzukommt.

Wenn für Schulräume Lüftungsvorrichtungen gefordert werden, welche in solchem Grade die verbrauchte Luft entfernen und neue frische Luft zuführen, daß niemals der Kohlensäuregehalt bis zu 0,1 % ansteigt, so ist für Turnhallen erst recht diese Forderung zu erheben. Es bedarf dazu allerdings in der Turnhalle keiner kostspieligen Ventilationsanlagen: reichliches Öffnen der Fenster, die zweckmäßig gegenüberliegend angebracht sind, so daß Durchzug entsteht, genügt. Vor Kälteempfindung schützt reichliche Bewegung. Am zweckmäßigsten freilich ist, die Leibesübungen Sommer wie Winter, wenn's eben geht, hinaus ins Freie zu verlegen.

§ 168. Der Staub als schädliche Beimengung der Atemluft.

Herkunft des Staubes in der Luft.

Kleinste feste Körperchen sind als Staub überall in der Atmosphäre unseres Erdballs enthalten. Meist sind es feste mineralische Abfallstoffe und Trümmerchen, wie sie der allenthalben an der Oberfläche der Erdrinde vorhandenen Verwitterung und Zerstörung entstammen. Diesen mischt die Pflanzenwelt ein lebendiges Element bei: nämlich keimfähige Samen namentlich der kleinsten pflanzlichen Lebewesen. Vielgestaltiger sind die Staubmassen dort, wo Menschen dicht beisammen hausen. Trocknende und in Staub zerfallende Abfallstoffe von Mensch und Tier, Abfälle des Haushalts und der Gewerbe, der Ruß der Feuerstellen, namentlich aus den Schloten der Großindustrie, die zermalmende und zerreibende Wirkung des Verkehrs auf Straßen und Verkehrswegen aller Art usw. sind mächtige Staubquellen, welche dem Dunstkreis der Städte besondere Eigentümlichkeiten verleihen. Besonders häuft sich feiner Staub in Binnenräumen. Wo in einem verhältnismäßig dunkeln

Binnenraum durch einen Lichtspalt ein Sonnenstrahl hineinfällt, sieht man den Weg dieser Lichtstrahlen fast körperlich greifbar in der Luft sich abheben, und in diesen Sonnenstrahlen gewahrt schon das bloße Auge Millionen kleinster flimmernder Stäubchen. Eine solche Staubluft verhält sich zu einer reinen Luft draußen, etwa nach einem Sommerregen, der die Luft auswusch, wie schwarzes, fast undurchsichtiges Schmutzwasser zu kristallklarem Quellwasser. Und doch fehlt uns der gebührende Ekel gegen solche Schmutzluft!

Schicksal der in die Atemwege eingedrungenen Staubteilchen.

Unsere oberen Luftwege, namentlich die Nasenhöhle mit den engen Nasengängen fangen einen großen Teil des Staubes der Atemluft auf, und machen ihn, bevor er in die tieferen Luftwege, in Kehlkopf, Luftröhren und Lungen gelangt, dadurch unschädlich, daß die Staubteilchen an der feuchten Schleimhaut der Nase und des Rachens kleben bleiben, und mit dem Nasen- und Rachenschleim, diesen grau oder schwärzlich färbend — wie „Froschlaich" —, wieder aus dem Körper entfernt werden.

In die Lunge eingedrungene Staubteilchen werden schließlich von Lymphzellen (weißen Blutkörperchen) aufgenommen. Diese „Staubzellen" mischen sich entweder dem Lungenschleim bei, mit welchem der Staub dann ausgehustet wird, oder sie wandern in das Lungengewebe, wo der Staub dann dauernd eingelagert wird. So lassen sich in den Lungen von Arbeitern nach dem Tode Einlagerungen von Kohlenstaub, Kieselstaub, Eisenoxyd u. dergl. mikroskopisch wie chemisch oft in sehr beträchtlichen Mengen nachweisen.

Schädigungen durch eingeatmete Staubluft.

Fragen wir uns nun, worin die Schädigungen bestehen, welche bis in die tiefsten Atemwege eingedrungene Staubteilchen für die Gesundheit mit sich bringen. Wir sehen dabei ab von den oft schweren Folgen, welche die Einatmung direkt giftiger Stoffe in Staubform veranlassen kann, also von Staub, welcher Blei, Phosphor, Arsenik, Quecksilber, Anilin u. dergl. enthält. Die Verhütung solcher Giftwirkungen, denen die Arbeiter bestimmter Industriezweige ausgesetzt sind, ist ein wichtiger Teil der Gewerbehygiene. —

Mechanische Wirkung des Staubes auf die Luftwege.

Für die vorliegende Betrachtung ist am wichtigsten die einfache mechanische Wirkung des eingeatmeten Staubes. Sie besteht darin, daß die mannigfach gestalteten oft spitzigen festen Staubteilchen, indem sie der zarten Schleimhaut des Kehlkopfs und der Luftröhren anhaften, hier einen starken Reiz ausüben, der Rötung, Schwellung und stärkere Absonderung auf der Schleimhaut hervorruft und häufigere Hustenstöße zur Entfernung der unbequemen Eindringlinge veranlaßt: also den Zustand herbeiführt, den wir als Katarrh bezeichnen. Mag nun auch eine gesunde Schleimhaut gegen vorübergehende Staubeinatmung oft widerstandsfähig genug sein, so daß nur größere Staubmengen, länger und aus besonderen Gründen tiefer eingeatmet, wirklich die Erscheinungen eines Katarrhs hervorrufen: stets ist Staubeinatmung schadenbringend, wo die Schleimhaut des Halses, des Kehlkopfes oder der Lungenwege bereits krankhaft verändert, oder infolge früherer abgelaufener Krankheiten besonders empfindlich geworden ist. Die Zahl der Menschen, welche an Erkrankung oder erhöhter Reizbarkeit der Atemwerkzeuge leiden, ist immerhin eine recht große. Es sei hier vor allem der tuberkulösen Erkrankungen der Lungen gedacht, welche in ihren Anfängen vielfach lange unerkannt bleiben können. Es handelt sich um die verbreitetste Volkskrankheit, welche im Deutschen Reich jährlich 60 — 70000 Menschen allein im erwerbsfähigen Alter von über 15 Jahren dahinrafft — über ein Drittel sämtlicher Todesfälle in diesem Alter. Am schwersten wird hierbei die Arbeiterbevölkerung unserer Städte betroffen. So entfielen bei der Arbeiterbevölkerung einer großen rheinischen Industriestadt von 100 Todesfällen 62 auf Lungenschwindsucht. Namentlich steigt die Zahl der Lungenkranken auf eine unheimliche Höhe bei solchen Gewerben, mit welchen besonders starke Stauberzeugung in den Arbeitsstätten verknüpft ist. So starben von den Metallschleifern des Kreises Solingen 72,5 %, das

sind beinahe drei Viertel aller, an Lungenschwindsucht. Von diesen Schleifern war keiner im Alter von über 45 Jahren mehr gesund! Nun kommt noch eins hinzu: es ist nicht allein die mechanische Wirkung der eingeatmeten schmutzigen Staubluft, welche so unheilvoll ist, sondern dieser Staub ist auch mit Ansteckungsstoffen vermischt, welche teils dem in feinsten Tröpfchen ausgehusteten frischen oder dem getrockneten und pulverförmig gewordenen Auswurf bereits Erkrankter entstammen. Diese Ansteckungsstoffe sind die Tuberkelbazillen und deren Keime. Im Staub von Zimmern, in welchen tuberkulös Erkrankte lagen, sind Tuberkelkeime vielfach nachgewiesen. Wenn man bedenkt, daß in Deutschland wohl gegen 800 – 900000 an Tuberkulose Erkrankte leben, von denen nur ein geringer Bruchteil in Krankenanstalten eingesperrt ist, während die meisten in Schulen, Werkstätten, Kontoren, in geselligen Vereinen, in Kirchen, in Turnsälen usw. mit der übrigen Bevölkerung frei verkehren, so läßt sich daraus ermessen, wie reichlich solche Ansteckungskeime allenthalben ausgesät werden. Man ist gegenwärtig stark bemüht, möglichst viel solcher Auswurfstoffe in den Schulzimmern, in den Turnhallen, in Eisenbahnwagen usw., durch sorgfältigere häufige Reinigung der Fußböden und Wände und durch Aufstellen von Spucknäpfen unschädlich zu machen. Man sucht auch die Massen des Volkes immer wieder auf diese Dinge aufmerksam zu machen und zu belehren. In umfassendem Maßstabe und mit großen Geldmitteln werden zahlreiche Volksheilstätten errichtet, um bei noch leicht Erkrankten die Tuberkulose zur Ausheilung zu bringen. Die Tatsache aber, daß ein großer Teil der Bevölkerung, selbst wenn er jenen schädigenden Einflüssen ausgesetzt ist und vielfach mit Schwindsuchtskeimen in Berührung kommt, gleichwohl nicht erkrankt, steht fest. Sie zeigt, daß geeignete Widerstandskraft des Körpers den besten Schutz gegen Einnistung der Tuberkulose gewährt und daß doch das mächtigste Mittel zur Bekämpfung der Tuberkulose als Volkskrankheit die Erhöhung der Widerstandskraft jedes Einzelnen im Volke ist.

Ansteckungsstoffe im Staub.

Tuberkulose.

§ 169. Der Staub in Turnhallen.

Staub in Turnhallen.

Der Staubgehalt der Turnhallen verdient ganz besondere Beachtung, und zwar deshalb, weil turnerische Leibesübungen die Atemtätigkeit steigern, so daß ein mehrfaches an Atemluft ventiliert wird gegenüber dem Atmen in der Schulbank. Ist die Luft in der Turnhalle von gleichem Staubgehalt wie die des Schulzimmers, so würde die vermehrte Atmung auch vermehrte Staubmengen den Atemorganen zuführen. Nehmen wir an, daß in einer Turnstunde die dreifache Menge von Luft geatmet wird als in der Schulstunde, so würde in solchem Falle beim Turnen so viel Staub eingeatmet als in drei Schulstunden. Diese Rechnung ist indes noch zu günstig. Die tiefe Einatmung, welche dem Akt der Anstrengung vorausgeht, starke vorübergehende Atemsteigerung bis zur Grenze der Atemnot nach Schnelligkeits- oder heftigen Kraftübungen sind zweifellos geeignet, in der Luft enthaltene Staubteilchen tief hinein bis in die Lungen zu treiben. Leibesübungen in schlechter Staubluft sind daher stets bedenklich: die Nachteile können hier die Vorteile aufwiegen.

Soweit wir genötigt sind, einen Teil der Leibesübungen der Jugend und des Volkes in den geschlossenen Raum der Turnhallen zu verlegen, ist daher äußerste Sorgfalt in der Vermeidung von Stauberzeugung und in der Entfernung des vorhandenen Staubes strenge Pflicht eines jeden, der das Turnen zu einer Wohltat für die Jugend gestalten will.

Staubquellen in der Turnhalle.

Der Staubquellen in Turnhallen sind vielerlei. Die Turnenden bringen zum Turnsaal reichlichen Straßenschmutz an den Schuhen mit, sowie Staub in den Kleidern.

Der vorhandene alte Staub im Fußboden wirbelt beim Marschieren, Laufen, Springen von neuem auf. Beim Turnen sind ferner besonders reichliche Staubquellen die Matratzen, die sowohl massenhaft Staub aufnehmen, als auch durch Zermalmung ihrer Fasern oder ihres Füllmaterials beim heftigen Aufspringen solchen stets neu liefern. Ebenso sind die zerfallenden Füllstoffe der gepolsterten Geräte Staubquellen. Endlich ist es die Beschickung und namentlich die Entleerung der Öfen, welche viel Staub und Schmutz der Turnhallenluft beifügt.

Vorbeugungsmaßregeln.

Von Vorbeugungsmaßregeln, welche streng zu handhaben sind, seien folgende aufgeführt. Um die Einschleppung des Straßenschmutzes zu hindern, sind am Eingang in die Turnhalle reichliche Vorkehrungen zum Reinigen der Schuhe: Kratzeisen, den Vorflur ganz bedeckende Drahtmatratzen, so daß jeder Schüler darüber muß, Fußbürsten u. dergl. anzubringen. Zu fordern ist, daß die Turnenden in der Kleiderablage, welche sich vor dem Eingang in den Turnraum befindet, und von letzterem durch eine Tür getrennt sein soll, ihre Straßenschuhe ablegen, und Turnschuhe anziehen. — Beim Turnen selbst ist der Gebrauch von Matratzen möglichst einzuschränken. Gar zu leicht tritt hier Verwöhnung ein, wozu die papierdünnen Sohlen der üblichen Turnschuhe allerdings viel beitragen.

Bezüglich der Einrichtung der Turnhallen ist folgendes zu beachten. Die Wände seien glatt, ohne unnötige vorspringende Gesimse und Gliederungen, mit Öl- oder Emailfarbe bestrichen, vielleicht auch bis zu einer gewissen Höhe mit glasierten Kacheln belegt, so daß sie feucht abgeputzt werden können. Der Fußboden muß ohne Fugen sein: die Dielen aus Pechkiefer- (pitch-pine), Rottannen- oder Eichenholz müssen mit Falz und Nute fest ineinander gefugt werden. Parkettboden in Zement eingelegt hält zwar keinen Staub und ist leicht zu reinigen, ist aber zu hart.

Mit Vorteil benutzt man neuerdings viel das Linoleum als Fußbodenbelag. Es ist sehr dauerhaft, von schönem Aussehen und sehr leicht zu reinigen, da der Boden eine glatte Fläche ohne jede Fuge darstellt. Es muß sorgfältig verlegt werden, und vor allem muß der Boden erst gründlich — eine Reihe von Wochen, wenn nicht mehrere Monate — austrocknen, bevor er benutzt wird. Andernfalls hinterlassen die aufstehenden Geräte sofort dauernde Eindrücke und Gruben in dem Boden.

Der Holzfußboden ist in bestimmten Zwischenräumen — mindestens einmal jährlich, besser jedes Halbjahr — mit Leinöl zu tränken. Auch heißes Paraffin wird empfohlen. Teeranstrich färbt den Fußboden unangenehm dunkel, auch wird sein Geruch vielfach gescheut. Ziemliche Verbreitung hat in letzter Zeit das Stauböl (Dustless-Oil) gefunden. Es hindert zwar in trefflicher Weise die Staubentwicklung, hat aber den Nachteil, daß es sehr oft — alle 2 Monate erneuert werden muß, und dann jedesmal für eine Reihe von Tagen den Fußboden sehr glatt und schlüpfrig gestaltet. — Endlich sei noch erwähnt, daß vereinzelt nun auch Fußböden von Hallen mit Xilolith (aus Sägemehl und Magnesiazement hergestellt), Pergament u. dergl. belegt worden sind. Hinreichende Erfahrungen über die Vor- und Nachteile dieses Bodenbelags liegen noch nicht vor. —

Reinigung des Fußbodens.

Der Fußboden der Turnhalle ist täglich wiederholt feucht aufzuwischen, und wöchentlich einmal gründlich zu reinigen. Am einfachsten geschieht das Aufwischen des Staubes mit einem großen Scheuerlappen. Man kann auch den Boden mit feuchten Sägespänen überstreuen und dann diese auskehren. Im Gebrauch sind auch walzenförmige Bürsten mit einer Sprengvorrichtung, welche Wasser feinst verteilt in die Luft und auf den Boden vor der Maschine her sprüht. Diese Kehrmaschinen arbeiten sehr schnell und sind leicht zu handhaben. Die Sprengvorrichtung macht aber, wenn sie wirksam sein soll, den Fußboden für eine Weile zu naß und schlüpfrig.

Heizung der Turnhalle.

Was die Heizung betrifft, ſo iſt eine gute Zentralheizung (Niederdruck-Dampfheizung hat ſich doch wohl am beſten bewährt) vorzuziehen; Gasheizung iſt zu koſtſpielig und bei Ofenheizung ſollten, wenn eben die Bauart der Halle es zuläßt, Füllöfen gewählt werden, deren Beſchickung nicht in der Halle ſelbſt, ſondern durch die Wand von außen her (vom Flur) erfolgt. —

§ 170. Die Übung der Lungen (Atemgymnaſtik).

Übung der Lungen.

Die Übung der Lungen oder die Atemgymnaſtik wird angewendet:

1. ganz allgemein bei jeder Art von Leibesübungen, welche allſeitige Ausbildung aller Organe und Verrichtungen des Körpers zum Zwecke haben, und iſt damit ein wichtiger Teil jeglicher erzieheriſchen Leibesübung;

2. zur möglichſten Ausgleichung und Beſeitigung krankhafter Anlagen und Schwächezuſtände im Gebiet des Atemapparates, mögen ſolche nun angeboren ſein, oder durch mangelhafte Körperpflege in der Jugend ſich erſt herangebildet haben;

3. zur Heilung beſtehender Erkrankungen der Atemorgane oder zur Beſeitigung der Folgezuſtände ſolcher Erkrankungen. —

Die Verſchiedenheit der Verhältniſſe in den Einzelfällen geſtaltet die Anforderungen an Art und Umfang atemgymnaſtiſcher Einwirkung auf die mannigfachſte Weiſe. Die Ziele der Atemgymnaſtik im einzelnen ſind folgende:

Ziele der Atemgymnaſtik.

1. Kräftigung der eigentlichen Atemmuskeln, des Zwerchfells und der Zwiſchenrippenmuskeln.

2. Kräftigung der Hilfsmuskeln der Atmung, die von der Halswirbelſäule, vom Schultergerüſte, von den Armen, von der Bruſt- und Lendenwirbelſäule, ja vom Becken her auf den Bruſtkorb einwirken können.

3. Schonung und Erhöhung der Elaſtizität der Lungen und des Bruſtkorbes. Gleiche Entwicklung aller Lungenabſchnitte.

4. Erweiterung des Bruſtraums und dauernde Vermehrung der Faſſungskraft der Lungen.

5. Vertiefung der gewöhnlichen Lungenatmung mit Verlangſamung des Atemganges.

6. Anregung des Blutumlaufs, wie ſie mit ausgiebigem Atemgang verbunden iſt, und damit Anregung des geſamten Stoffwechſels. —

Mittel der Atemgymnaſtik.

Folgende Maßnahmen dienen zur Erreichung dieſer Ziele der Atemgymnaſtik im ganzen oder im einzelnen:

Kräftigung der Bruſt-, Arm-, Schulter- und Rückenmuskeln.

I. *Übung und Kräftigung der Muskulatur des Körpers, inſonderheit der Bruſt-, Arm-, Schulter- und Rückenmuskeln.* Damit werden die Hilfsmuskeln der Atmung kräftiger; es wird ſchöne Körperhaltung erzielt, welche zur ausgiebigen Atmung beſonders dienlich iſt, indem die oberen Bruſtabſchnitte ſich beſſer entfalten können; es wird vor allem auch durch die erhöhte Spannung der Muskeln um Bruſt und Schulter der Bruſtkorb mit dem Bruſtbein gehoben. Letzterer Umſtand iſt beſonders da wichtig, wo der Bruſtkorb infolge von Schwäche der Bruſtmuskeln wie lahm in ausgeſprochener Ausatmungsſtellung herabhängt, die Bruſt ſchmal und flach iſt. Umgekehrt kann überſtarke — athletiſche — Entwicklung der Arm-, Schulter- und Bruſtmuskeln den Bruſtkorb bis zur dauernden Einatmungsſtellung heben, und dadurch den Atemumfang wieder beeinträchtigen.

Willkürliche Atembewegungen.

II. *Willkürliche Atembewegungen.* Wir unterſcheiden hier:

Einfache Atemübungen.

A. *Einfache Atemübungen.* Sie werden unternommen in Grundſtellung, die Oberarme leicht an die Seiten der Bruſt angelegt, die Unterarme rechtwinklig

im Ellbogengelenk gebeugt, die Hände zur Faust geballt. Richtig angestellt und womöglich täglich betrieben, sind sie geeignet, die Mechanik des Atmens zu verbessern, d. h. auch im Alltagsleben den Atemgang gleichmäßig und ausgiebig zu gestalten. Solche Übungen sind: willkürliches Tiefatmen, in gleichmäßigem Rhythmus von Ein- und Ausatmung beschleunigt oder verlangsamt; dasselbe mit verlängerter Dauer der Einatmung und beschleunigter Ausatmung, oder umgekehrt; zeitweises möglichst ausgedehntes Anhalten des Atmens nach tiefer Ein- oder nach tiefer Ausatmung; absatzweise erfolgendes Einatmen; stoßweises Ausatmen; Atmen mit bestimmten Abschnitten des Brustraumes, wie Schlüsselbein- oder oberes Brustatmen, Flankenatmen, Bauchatmen.

Länger fortgesetzt wirkt willkürliches Tiefatmen bald ermüdend — im Gegensatz zum unwillkürlich hervorgerufenen Tiefatmen bei Dauer- und Schnelligkeitsübungen. Praktische Anwendung findet diese Art von Atemgymnastik namentlich da, wo die selbsttätige richtige Verbindung des Atemganges mit der Tätigkeit des Anlautens beim Sprechen — d. h. die Koordination von Atmen und Sprechen — gestört ist. Dies ist der Fall beim *Stottern*. Atemübungen bilden daher einen wichtigen Teil eines jeden Lehrgangs für Stotterer.

Anwendung bei der Heilung des Stotterns.

Atemübungen mit Erleichterung oder Erschwerung der Atmung.

B. *Atemübungen in Verbindung mit besonderen Hilfsmitteln zur Erleichterung oder Erschwerung des Atemganges.*

Erschwerung der Einatmung.

a) *Erschwerung der Einatmung:* eine Art von Widerstandsgymnastik der Atemmuskeln. Hierher gehören: Einatmen durch ein dünnes Rohr (Strohhalm, Glasrohr); Einatmen nur durch ein Nasenloch, während das andere zugehalten wird. Versuch bei geschlossenem Mund und zugehaltener Nase einzuatmen; Einatmen verdünnter Luft.

Erleichterung der Einatmung.

b) *Erleichterung der Einatmung.* Während dort die Atemmuskeln verstärkt arbeiten mußten, und die Füllung der Lungen erschwert war, ist hier das umgekehrte der Fall: die stärkere Füllung der Lungen mit Luft und die mechanische Dehnung der Lungenbläschen bei der Einatmung wird gefördert, ohne daß entsprechende Mehrarbeit der *Atemmuskeln* einzutreten braucht.

Am meisten tritt diese rein mechanische Dehnung der Lungen zutage bei *Einatmung verdichteter Luft*, wie solche die verschiedenen Respirationsapparate oder die pneumatische Kammer zu Heilzwecken bei bestimmten Lungenerkrankungen bewirken.

Weiter gehört hierher die *Verbindung des Einatmens mit einer gymnastischen, den Brustkorb hebenden und erweiternden Übung.* So wird der Brustkorb erweitert durch Strecken und Rückwärtsbeugen des Rumpfes, durch kräftige Führung der Arme nach hinten, durch Hochheben der Arme. Die wichtigen oberen Brustabschnitte werden namentlich gelüftet durch Schulterheben, Führen der Hände aus der Hochhebhalte der Arme zum Hinterhaupt mit Drehen der Handfläche nach oben; Überheben eines Turnstabs hinter die Schulterblätter u. dergl. mehr.

Erschwerung der Ausatmung.

c) *Erschwerung der Ausatmung.* Auch die Erschwerung der Ausatmung trägt zur mechanischen Blähung der Lungenbläschen bei, sowie zur Kräftigung der Ausatmungsmuskeln, die dabei einer Art Widerstandsgymnastik unterliegen.

Am häufigsten — wenn auch nicht zum Zwecke der Lungenübung — findet solche Erschwerung des Ausatmens statt, wenn bei gleichzeitig starker Ausatmungsanstrengung der schnelle Luftaustritt aus den Lungen verhindert wird. Dies ist vor allem der Fall bei der Lauterzeugung unter Verengerung der Stimmritze, also bei anhaltendem lauten *Schreien, Singen und Sprechen.* Dabei muß jedesmal dem Anlauten, wenn es kräftig und andauernd sein soll, eine kurze tiefe Einatmung vorausgehen. Daß bei gewohnheitsmäßiger Übung so eine wirksame Atemgymnastik

Schreien und Singen.

erzielt wird, kann man an dem meist kräftig entwickelten atemtüchtigen Brustkasten von Berufssängern und -sängerinnen, Schauspielern usw. ersehen.

Blasen von Instrumenten.

Hierher gehört auch das Spielen von Blasinstrumenten, wie Trompete, Posaune, Horn, Oboe, Fagott, Flöte u. dergl. Dabei wird die Ausatmungsluft durch die Tätigkeit der Ausatmungsmuskeln im Brustraum aufs heftigste zusammengepreßt, kann aber unter hohem Druck nur langsam durch den engen Lippenspalt oder das enge Mundstück des Instrumentes entweichen. Es wird so ein ähnlich hoher Druck der Lungenluft gegen das Lungengewebe erzielt, wie es beim Vorgang der Anstrengung mit Pressung der Fall ist. Die Folgen für das Lungengewebe: Verlust der Elastizität der Wände der Lungenbläschen und ihre mechanische Dehnung, so daß sie zu größeren blasenförmigen Hohlräumen zusammenfließen, kurz die Veränderungen, welche man als Lungenblähung (Emphysem) bezeichnet, sind hier wie dort dieselben. Tatsächlich ist Lungenblähung bei Musikern, die ein Blasinstrument spielen, ganz ungemein häufig.

Blasen.

In gleicher Art wirkt jedes stärkere Blasen überhaupt. Als Atemübung ist namentlich beliebt das Ausblasen einer immer weiter abgeschobenen Kerzenflamme.

Endlich gehört hierher das zu Heilzwecken nicht selten angewandte Ausatmen in verdichtete Luft (s. o.).

Erleichterung der Ausatmung.

d) Erleichterung der Ausatmung. Sie bezweckt eine bessere Entleerung der Lungen. Damit wird das Lungengewebe möglichst entspannt, und die Elastizität sowohl des Lungengewebes wie der Brustwände gefördert.

Ausatmen in verdünnte Luft.

Hierher gehört zunächst das Ausatmen in verdünnte Luft. Es wird ebenfalls mit Zuhilfenahme von Respirationsapparaten ausgeführt. Man hat solche gebaut, welche von dem Übenden selbst in Bewegung gesetzt, Einatmen verdichteter, und Ausatmen in verdünnte (also ansaugende) Luft gestatten (Schöpfradgebläse von Geigel und Mayr; nach dem Prinzip des Gasometers gebaute Apparate von Waldenburg, sowie von Finkler & Kochs; nach Art eines Blasebalgs oder einer Ziehharmonika gebaute Apparate von Biedert und von Fränkel). In geeigneten Fällen wirken diese Apparate sehr gut, und vermehren stark die Fassungskraft der Lungen.

Druck auf den Brustkorb.

Man kann weiter die Ausatmung durch zusammenpressenden Druck auf den Brustkasten verstärken. Solches kann entweder vom Übenden selbst, oder von einer zweiten Person vorgenommen werden, oder man benutzt besondere Vorrichtungen, wie den von Zoberbier und Roßbach angegebenen Atmungsstuhl für Asthmatiker (Asthma infolge von Lungenblähung). Bei diesem Atmungsstuhl wirken die nach außen hin zu drehenden Stuhllehnen als Hebel, welche ein um die Brust gelegtes breites Band zusammenziehen und damit den Brustkorb bei der Ausatmung zusammenpressen.

Verbindung des Ausatmens mit förderlichen gymnastischen Übungen.

Für Zwecke der Hausgymnastik ist wichtiger die gleichzeitig mit dem Akt der Ausatmung vorgenommene Ausführung solcher Bewegungen, welche die Ausatmung erleichtern. Hierhin gehört: Senken der hochgehobenen Arme; Rumpfbeugen vorwärts; tiefe Kniebeuge u. a.

Anregung unwillkürlicher Tiefatmung.

C. Atemübung durch Anregung unwillkürlicher Tiefatmung.

Wie früher auseinandergesetzt, bewirken die Schnelligkeits- wie Dauerübungen selbsttätig und unwillkürlich eine Steigerung des Atemumfangs nach allen Durchmessern der Lungen. Diese Steigerung geht leicht bis zur äußersten Grenze der Atemfähigkeit, und steigert den Atemumfang um das mehr- ja vielfache. Weder nach Dauer noch nach Umfang können willkürliche Atemübungen eine solche Steigerung der Atmung erreichen. Hierher gehörige Übungen und Bewegungen sind: Schnellgehen, Laufen, Bergsteigen, Springen, Seilchenspringen, Schwimmen, Rudern,

Radfahren, Holzsägen, Arbeiten an dem Gärtnerschen Ergostaten (Kurbeldrehung), am Zimmer-Ruderapparat und ähnlichen, große Muskelmassen in rhythmische Arbeit versetzenden Apparaten.

Hier ist zu unterscheiden:

a) Mehr kurzdauernde bis zur Grenze der Atemerschöpfung hinaufführende Atemsteigerung. Solche tritt stets ein, wenn eine Schnelligkeitsbewegung als Höchstleistung ausgeführt wird: also bei schnellstem Lauf (Wettlauf – auch wenn er nur nach Sekunden zählt), Wettrudern, Wettfahren mit dem Rad usw.

b) Andauernde – oft stundenlang mögliche – Erhöhung des Atemumfangs bei Dauerübungen, die weder zur Muskelermüdung noch zur Atemerschöpfung führen. Solche sind z. B. Marsch in der Ebene, langsamer Dauerlauf, Bergsteigen, Dauerschwimmen, weite Ruder- und Radfahrten usw.

§ 171. Lungenübung in der erzieherischen Gymnastik.

Lungenübung in der erzieherischen Gymnastik.

Unter den Zielen einer allseitigen erzieherischen Leibesübung ist die gesunde und volle Entwicklung der Atmungswerkzeuge eines der wichtigsten. Was hier in den Jahren des Wachstums und der Entwicklung verabsäumt worden, läßt sich beim Erwachsenen höchstens zum Teil noch nachholen. Die Beziehungen, welche zwischen dem Atemgang einerseits, und dem Stoffwechsel, der Blutbildung und dem Blutkreislauf andererseits bestehen, zeigen genugsam die Bedeutung, welche der Lungenpflege und Lungenübung für den Stand der gesamten Lebensfülle und körperlichen Leistungsfähigkeit innewohnt. Wenn die erzieherischen Leibesübungen während der Schuljahre und darüber hinaus bis zur vollendeten Entwicklung körperliche „Gesundheit“ als eines ihrer vornehmsten Ziele zu pflegen haben, so ist unter „Gesundheit“ in diesem Sinne nicht etwa die bloße Fernhaltung krankmachender Einflüsse verstanden. Eine solche kann auch bei schwächlicher und unvollkommener Entwicklung erreicht werden. Eine rechte Leibeserziehung der vaterländischen Jugend hat auch nicht etwa bestimmte enge Daseinsverhältnisse ins Auge zu fassen, in welchen allenfalls bei ganz mäßigen Anforderungen an die körperliche Widerstandskraft und Leistungsfähigkeit, und bei ungestörtem regelmäßigen Gang des Alltagslebens sich eine leidliche Gesundheit erhalten läßt. Im Gegenteil sollen die Anlagen und Kräfte unserer Jugend so entwickelt werden, daß sie allen, auch außerordentlichen Lebenslagen zu genügen imstande sind. Eine gesundheitlich recht erzogene Jugend soll hinaus ins Leben treten mit einem Körper, der ebenso ausdauernd wie schnellkräftig ist; sie soll die Fähigkeit besitzen, diesen Körper in vollkommener Gewandtheit zu beherrschen; sie soll ausgestattet sein mit den moralischen Eigenschaften der Entschlossenheit, des Selbstvertrauens, des Mutes – Eigenschaften, welche ebensowohl geistige wie körperliche Tüchtigkeit zur Voraussetzung haben. Eine solche Jugend wird den oft recht großen Anforderungen an Arbeitskraft, Zähigkeit und Frische, wie sie das Ringen um die Lebensstellung und den Lebensunterhalt mit sich bringt, körperlich sich voll gewachsen fühlen; sie wird dem Vaterland zur kraftvollen Wehr dastehen; eine solche Jugend endlich, die mit offenen Sinnen und gesundem Leib hinaustritt in die weite Welt, wird auch erfüllt sein von jener Gesundheitsfreudigkeit und jener Daseinslust, welche allein den vollen Lebensgenuß verbürgen. –

„Gesundheit“ im Sinne der Leibeserziehung.

In einer solchen allseitig gerichteten Leibeserziehung beansprucht die volle Entwicklung der Atmungsorgane einen hervorragenden Platz. Denn, wie wiederholt

Bedeutung der vollen Lungenentwicklung für körperliche Leistungsfähigkeit.

oben gezeigt ist, die ganze Fülle der Lebenstätigkeiten baut sich auf der geregelten und stets ausreichenden Arbeit der Atmungs- wie der Kreislauforgane auf. Genügt für den Gang des Alltagslebens mit mäßiger Anspannung der Körperkräfte eine mittlere Lungen- und Herzkraft; brauchen wir bei Körperruhe nur mit einem Siebentel der Lungenfläche zu atmen, und brauchen wir bei leichteren körperlichen Bewegungen diese Lungenarbeit verhältnismäßig nur wenig zu steigern, so sind größere Leistungen nach Schnelligkeit und Dauer nicht möglich ohne Atmungswerkzeuge, die derart geschult sind, daß sie mit Leichtigkeit und je nachdem so gut wie augenblicklich den gewohnten Atemumfang auf das Vielfache vermehren können. Dazu ist es notwendig, daß die für gewöhnlich am Atemgang nicht beteiligten Lungenabschnitte, die bei anhaltendem Nichtgebrauch verkümmern müssen, durch zeitweise geeignete Betätigung voll entwickelt und stets leistungsfähig erhalten werden. Die bestentwickelte Beinmuskulatur taugt nicht zu schnellstem oder zu andauerndem Lauf, wenn die Lungen nur unvollkommen zu arbeiten imstande sind: denn wir laufen mehr mit den Lungen (und dem Herzen!) als mit den Beinen. So wie die Lungen ermüden, und Atemerschöpfung beginnt, versagt auch die kräftigste Rumpfmuskulatur. Der Genuß frischen muntern Wanderns, namentlich in die Gebirgswelt, ist voll nur dem gegeben, der den überaus gesteigerten Anforderungen an die Atemkraft stundenlang mit Leichtigkeit und ohne Beschwer zu genügen vermag. Der Lungenschwache empfindet beim Bergsteigen (oder beim Rudern, beim Dauerlauf, beim Schwimmen usw.) bald Seitenstechen, kommt häufig außer Atem und muß immer wieder die Steigbewegung unterbrechen, Halt machen und sich „verschnaufen".

Bedeutung voller Lungenentwicklung für Erkrankungen der Lunge.

Wesentlich ist fernerhin eine volle Lungenentwicklung für die Widerstandskraft gegen Lungenerkrankungen. Brechen solche aus, so werden sie von einer atemtüchtigen Lunge weit besser und schneller überwunden. Am Atemgang nicht beteiligte Lungenabschnitte, namentlich die Lungenspitzen, büßen an Elastizität ein und werden blutarm. Sie gestatten daher leicht die Einnistung der Tuberkelkeime. Was das besagen will, lehrt die unheimliche Ziffer der in unserem Vaterlande an Tuberkulose Erkrankten: keine Volkskrankheit ist so mörderisch. Während bei schlechter Atemtüchtigkeit, bei lahmem herabhängendem Brustkorb, oder umgekehrt bei in Ausatmungsstellung verharrender faßförmiger Brust der in den Luftröhren und Lungenbläschen sich ansammelnde Schleim nicht ausgehustet werden kann, und Katarrhe sich dauernd einnisten, werden gut entwickelte Lungen solcher Schädlichkeiten leicht Herr. Hat eine Lungenentzündung ganze Abschnitte der Lungen einfach atemunfähig gemacht, so daß nur Reste der Atemfläche zum Atemgang verfügbar bleiben, so hängt es mit von der Atemtüchtigkeit dieser frei gebliebenen Bezirke der Lunge ab, ob sie für die Dauer der Erkrankung den Verlust decken und lange genug die Sauerstoffzufuhr und Kohlensäureabfuhr einigermaßen unterhalten können, bis die Lösung der Entzündung den bisher ausgeschalteten Lungenabschnitten ihre natürliche Tätigkeit wieder gestattet. —

Einfluß der Sitzhaltung.

Diese Gesichtspunkte mögen schon genügen, um den Wert einer zur vollen Atemtüchtigkeit entwickelten Lunge für körperliche Widerstandskraft und Leistungsfähigkeit zu erweisen. Die Notwendigkeit, gerade diese Seite der Leibeserziehung bei unserer Jugend zu pflegen, erhellt aber ganz besonders, wenn wir die Einflüsse des Schullebens mit in Betracht ziehen. Daß der Atemumfang beim Sitzen ein sehr geringer ist, und nur sehr wenig sich über den Atemumfang beim Liegen erhebt, sahen wir oben. Das Kind in der Schulbank atmet mithin nur mit einem sehr geringen Teil seiner Atemfläche. Namentlich sind es die oberen Lungenabschnitte, welche kaum ventiliert werden, was bei der Schreibhaltung sich besonders geltend macht. Der

Sitzzwang in der Schule läßt also während einer Reihe von Tagesstunden das wachsende und regen Stoffwechsel besonders bedürftige Kind nur ungenügend atmen. Entfällt damit auch die Förderung, welche tieferes Atmen auf den Gang des Blutkreislaufs ausübt, rechnet man hinzu den Einfluß der in überfüllten Schulklassen oft mehr wie schlechten Schulluft, so ist nicht zu verwundern, daß das Schulleben eine starke Beeinträchtigung der Blutbildung und des Stoffwechsels bedeutet.

Ziffernmäßig festgelegt haben dies Axel Key in Stockholm und Hertel in Kopenhagen. Key fand in den vorbereitenden Knabenschulen (mit dem 7. Lebensjahr beginnend, daß nach 1 jährigem Schulbesuch jeder 13.
" 2 " " " 6.—7.
" 3 " " " 5. Knabe blutarm war.

In den höheren Mädchenschulen waren im 7. Lebensjahr 18,8% (also jedes 5.—6. Mädchen) bleichsüchtig, im 13. Lebensjahre bereits 39,7%.

Die zahlreichen Erhebungen unserer Schulärzte ergeben ähnliche Verhältnisse auch für unsere Volksschulen.

„Die schädlichen Umstände", sagt Key, „durch welche die Schule ihre unvorteilhafte Einwirkung auf die Gesundheit der Schulkinder ausübt, sind zweifellos vor allem das viele Stillesitzen und die damit zusammenhängende Unzulänglichkeit der Körperbewegungen."

Lungenübung in der Wachstumszeit.

Fragen wir uns nach allem, welche Form der Lungenübung für die heranwachsende Jugend die beste und naturgemäßeste ist, so sind dies unzweifelhaft Schnelligkeitsübungen im Freien. Durch keinerlei Art willkürlicher Atemübung kann auch nur annähernd eine derartige Zunahme des Atemumfangs bewirkt werden als durch die unwillkürliche Atemsteigerung mittels der Schnelligkeits- und Dauerübungen. Nach allen Durchmessern wird dabei der Brustkorb erweitert; alle Teile der Lungen werden zur Atemarbeit herangezogen, die gesamte Atemfläche zum Gasaustausch in Tätigkeit versetzt. Diese rhythmische Vertiefung und Beschleunigung der Atmung vollzieht sich unter vollkommenster Schonung ja günstiger Beeinflussung der Elastizität des Lungengewebes. Von den Atemmuskeln werden zunächst die eigentlichen Atemmuskeln, Zwerchfell und Zwischenrippenmuskeln zur stärksten Arbeit herangezogen, weiterhin auch die Hilfsmuskeln der Atmung beteiligt. Da die Lunge von allen Organen des Körpers — abgesehen vom Herzen — namentlich um die Zeit der Reifeentwicklung am stärksten wächst, so bedarf sie um so mehr solcher Übung als Anregung zum Wachstum.

Eignen sich die eigentlichen Dauerübungen — lange Märsche, Radfahrten usw. — mehr für die Jahre der beginnenden Reife, und werden sie am besten von voll Erwachsenen ertragen, so sind in den Jahren des Wachstums vor beginnender Reife der Jugend am zuträglichsten die reinen Schnelligkeitsübungen und von diesen vor allem der Lauf. In keinem Alter wird der Lauf so leicht überwunden; der Erwachsene ist nicht imstande, so viel und anhaltend zu laufen, bis zur Grenze der Atemlosigkeit sich abzuhetzen, und gleich darauf wieder frisch zu sein zur erneuten Bewegung, wie dies der kleine Knabe auf dem Spielplatze fertig bringt. Inwiefern das Verhältnis der Herzgröße zur Weite der Schlagadern beim heranwachsenden Kinde den schnellsten Lauf so leicht ertragen läßt, ist früher bereits ausgeführt.

Die Spiele.

Die Atemerziehung durch Schnelligkeitsbewegung ist unstreitig in den ersten Schuljahren bis zur beginnenden Entwicklung eins der wichtigsten Übungsziele. Diese Übung ist aber in erster Linie dem Kinde auf seine natürliche Art zu gönnen, nämlich durch die Spiele im Freien, d. h. die Lauf- und Ballspiele.

Die Spiele haben vor allem den großen Vorzug, daß sie am ehesten das rechte Maß von Bewegung und Übung gewähren. Der munter spielende Knabe läuft so

lange, bis er außer Atem zu kommen beginnt — dann aber hält er inne und läßt sich willig haschen. Gleich darauf ist er zu neuem schnellen Lauf wieder geschickt. Dies um so mehr, als beim Spiel das belebende Gefühl der Lust und Freude weit größere Leistungen nach Schnelligkeit wie Dauer „spielend" bewältigen läßt, als dies bei Laufübungen auf Befehl des Lehrers der Fall ist. In sich selbst tragen somit die Kinder den besten Maßstab dafür, welches Maß der Bewegung ihnen frommt und zuträglich ist.

Als einen heilsamen Trieb, der dem gesunden heranwachsenden Kinde ebensogut innewohnt als das Gefühl von Hunger und Durst, hat die Natur dem Kinde die Freude am wilden Tummeln, am Rennen und Abhetzen bis zur Atemlosigkeit eingepflanzt. Nur künstlich hat in unsern Städten die Beschlagnahme der öffentlichen Straßen und Plätze für den Verkehr, oder — für umgitterte Anlagen diesen Trieb der Jugend eingeschränkt und gehemmt und die Jugendspiele zum Verkümmern gebracht. Dadurch machte sich die mächtige neuere Bewegung zur Schaffung großer Jugend- und Volksspielplätze allerorts notwendig. Ihren Mittelpunkt fand sie in dem 1891 gegründeten „Zentral-Ausschuß zur Förderung der Volks- und Jugendspiele in Deutschland". —

Lauf als Übung.

Neben das Spielen tritt dann etwa vom 10. Jahre ab und namentlich die Entwicklungszeit hindurch die systematische Pflege des Laufs, und zwar vor allem als Dauerlauf, der langsam zu steigern ist, bis über 12—15 Minuten; sodann aber auch als Schnellauf, der in der Form des Wettlaufs, und zwar als einfacher Wettlauf, als Stafettenlauf und als Hindernislauf, gelegentlich vorzunehmen ist.

Lungenübung bei Schwächlingen.

§ 172. Lungenübung bei Schwächlingen.

Ist die Lungenübung durch Schnelligkeitsbewegung, d. h. die Anregung zu selbsttätig sich vollziehender Tiefatmung die wirksamste und naturgemäßeste Übungsform normal sich entwickelnder Jugend, so liegt die Sache doch anders bei schwächlich entwickelter Brust, wie sie besonders bei Kindern und jungen Leuten mit plattem Rücken oder schlechter Haltung (runder Rücken der Jugend) vorkommt. Bei solchen ist der Brustkorb oben platt und eingedrückt, Schultern und Arme hängen nach vorne, während die Schulterblätter flügelförmig vom Brustkorb abstehen. Es vermag ferner die Brustmuskulatur, schwach und kümmerlich entwickelt, die Rippen nicht zu tragen, so daß sie wie lahm herabhängen. In solchen Fällen liegt die Gefahr der Einnistung von Lungenerkrankung in den am Atemgeschäft kaum oder gar nicht beteiligten Lungenspitzen in hohem Grade vor. Hier müssen darum Schnelligkeitsübungen zunächst unwirksam bleiben. Denn infolge der Muskelschwäche ist die Fähigkeit zu tieferen Atemzügen vorab noch nicht vorhanden, und muß erst durch geeignete Übung erworben werden. Es kommt hier also darauf an, durch Kräftigung der Hals-, Brust-, Schulter- und Rückenmuskeln den Brustkorb zu heben und beweglich zu machen.

Freiübungen.

Zuvörderst haben hier in Anwendung zu kommen alle die Übungen, welche schon früher als dienlich zur Verbesserung schlechter und fehlerhafter Haltung angegeben waren (siehe § 44 und 46), also passende Freiübungen für sich und in Verbindung mit Marschübungen. So wie die Haltung eine bessere und der Kopf gerade getragen wird, so wie die Arme mit den Schulterblättern nach hinten gezogen und zurückgenommen werden, hebt sich auch die vordere Brustwand und tritt freier nach vorne vor. Dauernd bleibt indes solche bessere freie Haltung nur dann, wenn die Muskulatur um Brust und Schultern kräftig genug geworden ist, um durch ihre

vermehrte Spannung den Brustkorb so hoch zu tragen, daß er auch bei Muskelruhe nicht wieder zur tiefsten Ausatmungsstellung zurücksinkt. Die reinen Freiübungen genügen dazu nicht, sondern sind durch Belastung der Hände mit leichten Hanteln oder Eisenstäben als Hantel- und Stabübungen wirksamer zu gestalten.

Geräte-übungen.

Hier sind auch — bei solchen Schwächlingen allerdings nur in beschränkter Form anzustellende — Gerätübungen von Nutzen, insofern sie die Muskeln des Schultergürtels kräftigen und damit die Hilfsatemmuskeln zur willkürlichen tiefsten Einatmung geschickter machen. Nur nach dieser Richtung hin können auch Barren- und Reckübungen zur Lungenübung in etwas mit beitragen. Im übrigen sind sie für die Atemorgane ohne Belang. Ihr Nutzen liegt eben wo anders.

Tiefatmen mit taktmäßigen, die Ein- bezw. die Ausatmung erleichternden Bewegungen.

Von besonderer Wirksamkeit ist hier die Verbindung von willkürlichem Tiefatmen in taktmäßiger Verbindung mit Haltungen und Bewegungen, welche die Ein- oder die Ausatmung begünstigen. Es ist für den Erfolg jeden Turnens von grundlegender Bedeutung, daß der Turnlehrer allen Übungen die entsprechenden Ein- oder Ausatmungsbewegungen zuordnet. Eine kurze Übersicht einiger besonders wirksamer Übungen ist folgende:

Übungen vorzunehmen zugleich mit der

Einatmung und diese förderud:	**Ausatmung** und diese förderud:
Stramme Haltung; Kopf nach rückwärts beugen.	Kopf zur Brust senken.
Rumpf nach hinten strecken.	Rumpf nach vorn beugen.
Schultern nach hinten ziehen.	Schultern nach vorn ziehen.
Schultern heben.	Schultern senken.
Ellbogen der in Hüftstütz befindlichen Arme nach hinten führen.	Ellbogen der in Hüftstütz befindlichen Arme nach vorn führen.
Arme wagerecht nach seitwärts ausbreiten; Handteller nach oben.	Arme wagerecht nach vorn parallel nebeneinander führen; Handflächen nach innen einander zugekehrt.
Arme seitwärts zur Hochhebhalte heben.	Arme abwärts senken.
Die hochgehobenen Arme zum Hinterhaupt führen und den Handteller nach oben drehen.	Die Arme nach vorn senken und bei leichter Rumpfbeuge gegen die untere Brustgegend andrücken.
Arme mit Stab zur Hochhebhalte führen und sofort senken gegen die Schulterblätter (Nackenhalte).	Arme über den Kopf zurück vornab senken.
Aufrichten aus der Kniebeuge.	Senken zur tiefen Kniebeuge.

usw.

Diese Übungen werden als reine Freiübungen ohne Belastung, zum Teil auch mit Hanteln oder mit dem Stab langsam zugleich mit tiefem Ein- und Ausatmen ausgeführt. Im Anfang wirken sie recht ermüdend. Dauer und Umfang der Übungen ist daher nur langsam zu steigern. Es sei noch bemerkt, daß diese Atemübungen am besten im Freien an windgeschütztem Ort vorzunehmen sind; wenn im Zimmer, so in der Nähe des geöffneten Fensters. Daß die Kleidung bei den Übungen lose genug sein muß, um der Atmung freien Spielraum zu lassen — keine einschnürenden Gürtel, keine Korsetts u. dergl.! — versteht sich von selbst.

Atmen und Marschieren.

Zwischen solche Atemübungen im Stand schiebe man Marschübungen ein, derart, daß auf eine bestimmte Zahl von Marschschritten je eine Ein- oder eine Ausatmung entfällt. Man lasse beim Marsch von 100 Schritten in der Minute — der militärische Marsch hat 114 Schritte — zunächst auf alle 3 Schritte eine Ein-, auf alle 3 Schritte eine Ausatmung machen. Weiterhin steigert man die Zahl der auf je einen Atemakt fallenden Schritte bis auf 6 und 8, jedoch am zweckmäßigsten so, daß bei stärkerer Steigerung auf die Einatmung mehr Schritte entfallen wie auf die Ausatmung, also etwa 6 : 4, 7 : 5, 8 : 5. Es ist schon oben beim Lauf gezeigt, daß bei angestrengterem Atmen der Atemrhythmus sich insofern verändert, als die Einatmungszeit verlängert wird.

Neben dem gewöhnlichen Übungsmarsch kann auch zweckmäßig der sogenannte langsame Schritt mit taktmäßigem vertieften und verlängerten Ein- und Ausatmen verbunden werden. Ebenso können zu den Marschübungen bei Geübteren gleichzeitig ausgeführte Freiübungen (mit Hanteln oder Stab), welche der Ein- oder der Ausatmung förderlich sind, hinzutreten.

Ganz langsames Bergsteigen derart, daß auf jeden Steigeschritt je eine Ein- oder eine Ausatmung entfällt, ist, wo es angestellt werden kann, in solchen Fällen gleichfalls von Nutzen.

Erst bei hinreichender Kräftigung beginne man endlich mit vorsichtigen Laufübungen. —

In mehreren Städten hat man begonnen, die Schwächlinge aus den Schulen zu besonderen Turnabteilungen auszusondern. Hier, sowie bei den Schülern der Waldschulen u. dergl. sind die vorbeschriebenen Übungen besonders wichtig und zeitigen bei sorgfältigem Betrieb zuweilen überraschend günstigen Erfolg.

V.

Haut- und Wärmeregulierung.

§ 173. Bau und Tätigkeit der Haut.

Bau und Tätigkeit der Haut.

Die Haut umgibt den Körper als äußerste Decke. Ihre Dicke und Festigkeit ist an den verschiedenen Gegenden des Körpers durchaus keine gleichmäßige. Besonders derb, dick und straff ist sie an der Fußsohle, an der Hohlhand, auf dem behaarten Kopfe (Kopfschwarte). Am übrigen Körper ist die Haut durchweg derber an den Streckseiten (z. B. Rücken, Gesäß, Streck- oder Außenseite des Arms, Vorderfläche des Schenkels und des Knies usw.), und dünner an den Beugeseiten (z. B. Bauchhaut, Innenfläche der Arme und Schenkel). Besonders dünn, so daß die oberflächlichen kleinsten Blutgefäße durchschimmern, ist die Haut an den Wangen und den Augenlidern; ferner an den Brüsten, in der Leistenbeuge, in der Ellbogenbeuge und der Kniekehle.

Furchen und Runzeln.

Da wo die Haut durch Bewegungen der Muskeln und Gelenke häufiger in Falten gelegt wird, bilden sich entsprechende dauernde Furchen. So im Gesicht, in der Hohlhand, an den Handgelenken, an den Beuge- und Streckseiten der Finger und Zehen usw. Im Alter graben sich mit Schwund des Hautfettes und zunehmender Sprödigkeit der Haut diese Furchen nicht nur tiefer ein, sondern werden auch als faltige Runzeln sehr viel zahlreicher.

Hautnarben.

Ist die Haut durch Verletzung in ihrem Zusammenhang unterbrochen, so schließt sich eine solche Lücke in der Hautdecke von den Rändern der Wunde her durch Überwachsen mit einer neuen Haut, die erst zart und blutreich ist, später aber als Narbengewebe die umgebende gesunde Haut an Festigkeit und Derbheit übertrifft, weniger Blutgefäße hat (daher die mehr weißliche Färbung), und der Schweißdrüsen wie der Tastkörperchen entbehrt. –

Schichten der Haut.

Die Haut besteht aus drei übereinanderliegenden Schichten: erstens der Oberhaut; zweitens der Lederhaut; drittens dem Unterhautfettgewebe (Fig. 335).

Von diesen Schichten bildet die Lederhaut, als Trägerin der oberflächlichen Blutgefäße und Nerven der Haut das eigentliche Grundgewebe, die Oberhaut die äußere schützende Hülle, das Unterhautfettgewebe das Polster der Haut.

Tätigkeit der Haut.

Die Haut bildet keineswegs bloß eine äußere schützende Decke des Körpers, sondern es spielen sich auch in ihr wichtige Organtätigkeiten ab. Vor allem ist die Haut ein wichtiges Ausscheidungsorgan. Sie scheidet aus dem Körper Kohlensäure in geringer Menge aus (man rechnet sie auf nur $^1/_{220}$ der Kohlensäureausscheidung durch die Lungen), ferner Wasserdampf, Schweiß und Hauttalg; außerdem werden durch die Haut ausgeschieden, und zwar namentlich mit dem Schweiße, eine Reihe schädlicher Stoffe, von denen wir früher die „Ermüdungsstoffe" bereits kennen gelernt haben.

Eine weitere wichtige Tätigkeit der Haut besteht darin, daß sie durch die wechselnde Füllung ihrer Blutgefäße und die mehr oder minder große Schweißabsonderung den Wärmeverlust des Körpers je nach der Wärme der Außenluft einschränkt

Fig. 335. Senkrechter Durchschnitt durch die Haut bei etwa 50facher Vergrößerung.

oder vermehrt. Wir nennen diese Tätigkeit die **Wärmeregulierung** der Haut.

Endlich ist die Haut durch ihre zahlreichen Nerven ein wichtiges Sinnesorgan: sie ist der Sitz des Tastsinns.

§ 174. Die Oberhaut.

Oberhaut.

Die Oberhaut ist gänzlich blutgefäßlos, und besteht aus dicht aneinandergefügten Zellen. Man unterscheidet zwei Schichten der Oberhaut: in der Tiefe, auf und zwischen den Wärzchen der Oberfläche der Lederhaut, die **Schleimschicht** oder das **Malpighische Netz**, darüber die **Hornschicht**. Die Zellen des Malpighischen Netzes sind weich und haben als Schicht ein schleimiges Aussehen, woher die irreführende Bezeichnung „Schleimschicht". Denn mit eigentlichem Schleim hat diese Zellenlage gar nichts zu tun. Die **tieferen** Zellen des Malpighischen Netzes sind bei den verschiedenen Menschenrassen entweder nur ganz leicht gelblich bis bräunlich oder bis zu dunkleren Tönungen hin gefärbt. Außerdem können sich in ihnen Farbkörnchen (Pigment) anhäufen, und so die Tönung der Hautfarbe noch dunkler gestalten. Die Hautfärbung bei den verschiedenen Menschenrassen ist also nur durch die Färbung der tieferen Zellen des Malpighischen Netzes bedingt (Fig. 336). Die oberen Zellen des Malpighischen Netzes sind ebenso wie die Hornhaut farblos oder etwas gelblich getönt. Hebt sich beim Neger z. B. die Hornschicht durch Blasenbildung unter dem Einfluß eines Zugpflasters oder nach einer Verbrennung vom Malpighischen Netze ab, so ist die Haut dieser Blase weißlich und nicht schwarz.

Malpighisches Netz oder Schleimschicht.

Fig. 336. Senkrechter Durchschnitt durch die Negerhaut. h Hornschicht. m p Malpighisches Netz: m obere, p untere gefärbte Schicht. L Lederhaut.

Ebenso sind beim Neger diejenigen Stellen, wo die Hornschicht stärker entwickelt und undurchsichtiger ist, z. B. an den Nägeln, dem Handteller, der Fußsohle, hell getönt.

Unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen färben auch beim Weißen sich an den unbedeckten Körperstellen (Gesicht, Hals, Arme, Hände) die Zellen der Schleimschicht dunkler. In Verbindung mit lebhafterem Blutumlauf entsteht so ein bräunlichroter warmer Farbton der Haut der betreffenden Körperstellen. Dieser Ton setzt sich scharf gegen die Weiße derjenigen Hautstellen ab, welche stets bedeckt getragen werden, z. B. am Nacken. Da solch „sonnverbranntes" Aussehen in ausgesprochenem Maße nur bei frischer Bewegung im Freien erworben werden kann, auch eine gesunde Blutfülle der Haut voraussetzt, so gilt es mit Recht als ein Zeichen rüstiger Gesundheit. Bei Rückkehr zur Alltagsbeschäftigung im geschlossenen Raum geht allerdings die auf einer längeren Wanderfahrt, einer militärischen Übung usw. erworbene gesunde Farbe bald wieder verloren, und macht dem bleichen Ton des Stubenarbeiters Platz, falls nicht ein Teil der Mußestunden zu regelmäßiger Betätigung im Freien benutzt wird.

Hornschicht.

Indem die weichen Zellen des Malpighischen Netzes zu flachen trockenen Schüppchen sich umformen und verhornen, entsteht die H o r n s c h i c h t. Die Oberfläche der Hornschicht nutzt sich stetig ab, indem sich vertrocknete Schüppchen von der Haut abstoßen. Dafür rückt aus den in immerwährender Vermehrung begriffenen Zellen des Malpighischen Netzes immer neuer Ersatz nach oben. Unsere Haut erneuert sich also fortwährend.

§ 175. Nägel und Haare.

Nägel und Haare.

Mannigfache Gebilde, die als starker Schutz, wie als zuweilen furchtbare Waffe dienen, erzeugt die Hornschicht im Tierreich. Hierin gehören die Hörner, Geweihe,

Fig. 337. Senkrechter Durchschnitt durch den Ursprung eines Haares in der Haut. Vergrößerung etwa 75.

Klauen, Hufe, Borsten, Stacheln, Schuppen, Schilder usw. Beim Menschen sind es die Nägel und die Haare, welche ebenfalls verhornte Oberhautgebilde darstellen.

Nägel. Die **Nägel** sind feste gewölbte Hornplatten, auf der Rückseite aller Finger- und Zehenspitzen gelegen. Der Nagel ist mit seiner Unterlage verwachsen und schiebt sich, unablässig wachsend, aus dem **Nagelbett** vor. Er greift seitlich in den Nagelfalz ein, während die Spitze meißelförmig über die Finger- oder Zehenspitze hervorragt. Als Angriffswaffe ist der Nagel harmlos — weniger harmlos ist die Schmutzschicht, welche sich stetig unter der Schneide des Nagels sammelt und namentlich bei der Berührung von Wunden durch Übertragung giftiger Keime gefährlich werden kann. Für jeden, der Verwundete zu pflegen und zu verbinden hat, ist stete gründlichste Reinigung und Desinfektion der Unterfläche der Nagelschneide strengstens geboten.

Haare. Die **Haare**, als zarte, kaum sichtbare Woll- oder Flaumhaare beim Kinde über den ganzen Körper verbreitet, sind an einzelnen Körperstellen des Menschen (Kopf-, Bart-, Augenbrauen-, Wimper-, Achsel-, Schamhaare) besonders stark entwickelt und gehäuft. Man unterscheidet (Fig. 337) bei jedem Haare die **Haarwurzel**, d. h. den in der Haut steckenden Teil des Haares, und den über die Haut hervorragenden **Haarschaft**, der in die **Haarspitze** endigt. Die Haarwurzel, an ihrem Ende zur **Haarzwiebel** verdickt, steckt in einer flaschenförmigen Vertiefung der Haut, dem **Haarbalg**. Im Haarbalg ist die Haarwurzel umgeben von der **Haarwurzelscheide**. In diese münden ein oder mehrere **Talgdrüsen**, welche mit dem Haartalg, den sie absondern, das Haar einfetten. Die das Haar zusammensetzenden verhornten Zellen enthalten einen Farbstoff, dessen geringeres oder stärkeres Vorkommen die Verschiedenheiten der Haarfarbe verursacht. Das Verschwinden dieses Farbstoffes aus den Haaren ist Ursache des Ergrauens und Weißwerdens der Haare.

Lederhaut.

§ 176. Die Lederhaut.

Die Lederhaut besteht aus sehr festem elastischem Bindegewebe, zwischen dessen Züge auch organische Muskelfasern, die namentlich zu den Haarwurzeln führen, eingestreut sind. Sie läßt sich durch das Gerben in Leder verwandeln, während die Oberhaut beim Gerben sich ablöst. Menschenleder zu gerben war zur Zeit der französischen Revolution beliebt. — Die Oberfläche der Lederhaut erscheint nach Entfernung der Oberhaut besetzt mit zahllosen nagelförmigen Wärzchen, den **Hautpapillen**. Man hat deren an der Innenfläche der Finger 80, an der Haut des Handtellers 40 auf 1 qmm gezählt. In die Papillen der Haut dringen ein entweder Blutgefäße in Form von Haargefäßschlingen (**Gefäßpapillen**) oder Nervenfasern, die in kleinen bindegewebigen ovalen Körperchen, den **Tastkörperchen**, oder auch in knopfförmigen Anschwellungen des Nerven, den Nervenendknöpfchen, enden. Die Tastkörperchen vermitteln den Tastsinn. An denjenigen Körperstellen, wo der Tastsinn besonders fein entwickelt ist, sind die Tastkörperchen auch besonders zahlreich. So zählte man auf ein Quadratmillimeter Haut

Hautpapillen. Tastkörperchen.

am 3. Glied des Zeigefingers ca. 21 Tastkörperchen,
„ 2. „ „ „ ca. 8 „
„ 1. „ „ „ ca. 3 „

— an der Innenfläche des Vorderarms nur 1 Tastkörperchen auf 35 qmm Haut.

Unterhautfettgewebe.

§ 177. Das Unterhautfettgewebe.

Das Unterhautfettgewebe ist von der Lederhaut nicht scharf abgegrenzt. In ihm schieben sich zwischen die von zahlreichen Blutgefäßen durchsetzten Bindegewebs-

züge mehr oder weniger starke Nester von Fettzellen. Die Dicke des Unterhautfettgewebes ist je nach der Menge des Hautfetts bei den verschiedenen Menschen außerordentlich verschieden. Die Fettschicht der Haut dient der Haut als weiches Polster, welches die Körperformen gefällig rundet und alle scharfen Vorsprünge von Knochen oder Muskeln sanft vermittelt. Eine mäßige Entwicklung des Fettgewebes macht die Haut ebenso fest als elastisch und bei entsprechendem Blutreichtum der Haut und gesunder Hauttätigkeit geschmeidig. Mangelt das Fett, so wird die Haut bei schwächlichen Menschen dünn, leicht in Falten abhebbar und welk. Bei kraftvollen Menschen, bei denen das Hautfett infolge starker Muskelarbeit aufgezehrt ist, bleibt auch die fettarme Haut noch fest um die Muskeln gelagert, und letztere treten in ihren Umrissen und bei Bewegung in ihrer An- und Abschwellung deutlich hervor (sehniger Körper). Nimmt die Fettschicht außergewöhnlich stark zu, so werden die Körperformen üppig; das Relief der Knochenvorsprünge und oberflächlichen Muskeln verschwindet unter der gleichmäßig glättenden Fettschicht; die Hautfurchen an den Gelenkbeugen werden tiefer; die Haut fühlt sich weich und schwammig an, und wird zudem, da die starken Fettmassen den Blutumlauf in der Haut erschweren, blaß.

Die Verteilung der Fettmassen in der Haut ist an den verschiedenen Körpergegenden sehr verschieden. Stets fettlos ist die Haut an den Augenlidern und an den Ohrmuscheln. Fettärmer ist ferner die Haut über den Gelenken. Am meisten häuft sich das Fett an über der Brust, am Bauche, namentlich der Unterbauchgegend (Schmerbauch), und bei Weibern besonders stark noch um die Hüften, auf dem Gesäß und um die Schenkel.

§ 178. Schweiß- und Talgdrüsen.

Schweiß- und Talgdrüsen.

Die Schweißdrüsen liegen in der Tiefe der Lederhaut. Sie stellen lange Schläuche dar, welche in Form von Knäueln zusammengewickelt erscheinen, während der Ausführungsgang in gewundenem Verlauf die Oberhaut durchbohrt und an der Körperoberfläche endet. Die Zahl der Schweißdrüsen am Körper des Erwachsenen bestimmte Krause auf 2 Millionen. Am zahlreichsten sind die Schweißdrüsen im Handteller, an der Fußsohle und in der Achselhöhle.

Talgdrüsen.

Die Talgdrüsen, traubenförmig gebaut, sondern den Hauttalg ab. Sie münden meistens in die Haarbälge, doch endet auch ein kleiner Teil von ihnen, namentlich in der Gesichtshaut, unmittelbar an der Hautoberfläche. Die Talgdrüsen der Gesichtshaut entzünden sich häufig, namentlich infolge von Verstopfung ihrer Ausführungsgänge, und bilden dann die als „Mitesser" oder Finnen bekannten Knötchen der Haut. In den Talgdrüsen haust häufig ein kleines milbenartiges Tierchen, der übrigens harmlose Demodex folliculorum.

§ 179. Die Absonderungen der Haut.

Absonderungen der Haut.

Die Gesamtoberfläche der Haut eines Erwachsenen beträgt etwa $1^1/_2$ Quadratmeter. Diese Fläche sondert feste sowohl wie flüssige und gasförmige Stoffe ab. Diese sind:

1. Oberhaut, d. h. die sich abschilfernden trocknen und abgenutzten Schüppchen der Hornschicht. Dazu kommen noch die ausfallenden Haare, sowie der Verlust von Haar- und Nagelsubstanz durch zeitweises Beschneiden der Haare und der Nägel.

Hauttalg.

2. Hauttalg. Der von den Talgdrüsen abgesonderte Hauttalg, welcher Haare und Haut eingefettet und geschmeidig erhält, besteht im wesentlichen aus Fett und

und Fettseifen. Besonders zu erwähnen ist die leicht zu größeren Klümpchen sich sammelnde und verhärtende Absonderung der Haut des äußeren Gehörganges, das Ohrenschmalz.

Schweiß. 3. Schweiß. Der Schweiß wird von den Schweißdrüsen und zwar je nach den äußeren Umständen in stark wechselnder Menge abgesondert. Für gewöhnlich, d. h. ohne daß eigentliche tropfbar flüssige Schweißbildung auftritt, beträgt die Menge des von der Hautoberfläche abgegebenen Wassers etwa 600 – 800 g in 24 Stunden, ist also viel größer als die Wasserabgabe durch die Lungen mit der Ausatmungsluft. Diese Schweißmenge kann leicht auf 1500 – 2000 g in 24 Stunden steigen. Im Dampfbad sammelte Favre in $1^1/_2$ Stunden 2560 g Schweiß.

Die Schweißabsonderung wird vermehrt: 1. durch erhöhte Temperatur der Umgebung (hohe Luftwärme, Dampfbad, heißes Wasserbad). 2. durch starken Wassergehalt des Blutes, namentlich nach Aufnahme reichlichen warmen Getränks (z. B. schweißtreibender warmer Teeaufguß). 3. durch erhöhte Herztätigkeit, so namentlich bei starker Muskelarbeit. 4. durch bestimmte Arzneistoffe. – Die Anlage zum Schwitzen ist übrigens bei verschiedenen Personen sehr verschieden. Besonders leicht geraten in Schweiß fettreiche Leute mit starkem Wassergehalt der Gewebe.

Der Schweiß besteht aus Wasser, welches in ganz geringen Mengen (0,6 – 2,5 %, im Mittel 1,18 %) feste Stoffe enthält. Diese sind namentlich Kochsalz, Fette und flüchtige Fettsäuren. Auch Harnstoff, sowie sogenannte Ermüdungsstoffe können im Schweiß enthalten sein.

Riechstoffe. 4. Riechstoffe. Teils die verschiedenen flüchtigen Fettsäuren des Schweißes, teils andere flüchtige Stoffe, welche durch die Haut abgesondert werden, geben der nackten Hautoberfläche, namentlich an denjenigen Stellen, wo die Schweißbildung besonders stark ist (Achselhöhle, Fußsohle), einen besonderen Geruch. Dieser Duft der Haut kann, namentlich wenn er einem gesunden jugendfrischen Körper entströmt, angenehm empfunden werden und vermag selbst die Geschlechtslust zu steigern. Er kann aber auch auf Außenstehende unangenehm wirken (im Volksmund: „einen nicht riechen können"). Besonders starke Hauttätigkeit und abstoßenden starken Geruch haben die Neger. – Eine staunenswerte Unterscheidungsgabe für den eigentümlichen Geruch einer Persönlichkeit hat der Hund, welcher unter zahlreichen sich kreuzenden und sich deckenden Fußspuren die seines Herrn sicher herauswittert.

Atemgase. 5. Atemgase. Auch durch die Haut wird Kohlensäure ausgeschieden und Sauerstoff aufgenommen. Indes ist diese Atemtätigkeit der Haut eine äußerst geringfügige, und kommt der Lungenatmung gegenüber nicht in Betracht. –

Es sei noch erwähnt, daß die Riechstoffe bestimmter Nahrungsmittel, z. B. Knoblauch, sowie ferner eine Reihe von Arzneistoffen in den Schweiß überzugehen vermögen.

Die gesamte Hauttätigkeit ist für den gesunden Ablauf unserer Körperverrichtungen von großer und unersetzlicher Bedeutung. Wird die Hauttätigkeit über größere Strecken der Haut unterdrückt, z. B. durch umfangreiche oberflächliche Verbrennung oder Verbrühung, oder dadurch, daß die Haut mit luftdicht abschließenden Stoffen (z. B. Lack) überzogen wird, so tritt leicht Tod ein.

Wärmeregulierung.

§ 180. Natürliche Wärmeregulierung des Körpers.

Indem die Nahrungsmittel, welche dem Körper zugeführt sind, in diesem durch Sauerstoffzufuhr verbrannt werden, erzeugt der Körper Arbeit und Wärme. Beim

ruhenden Menschen tritt diese Umsetzung der Spannkräfte in lebendige Kräfte fast völlig als Wärme auf — zur Unterhaltung der Atmung und des Kreislaufs ist allerdings stetig Arbeit notwendig.

Körperwärme.

Die Wärme des gesunden menschlichen Körpers ist — mit geringen Schwankungen am Tage — stets dieselbe, nämlich gegen 37 °C. Die Schwankungen vollziehen sich so, daß die geringste Körperwärme morgens gegen 5 Uhr vorhanden ist, und zwar im Mittel 36,7°, während die Körperwärme von da langsam ansteigt bis 37,5°, um 4 nachmittags. Von da sinkt sie wieder langsam. — Die Abweichungen von diesen Zahlen sind nur gering.

Fieber.

Die mittlere Körperwärme des Erwachsenen beträgt also gegen 37°; etwas höher ist sie in den ersten Lebensjahren. Steigt die Körperwärme über 37,8° im Tagesmittel, so handelt es sich um einen krankhaften Zustand, den wir **Fieber** nennen. — Steigt die Körperwärme im Fieber bis zu 43°, oder sinkt sie unter 34°, so tritt fast stets der Tod ein. — Geringe Steigerungen der Körperwärme um einige zehntel Grade werden bewirkt durch jede heftigere Muskelarbeit, geistige Anstrengung, starke Nahrungsaufnahme.

Die Wärme der umgebenden Luft übt so gut wie gar keinen Einfluß auf die Körperwärme aus. Mag der Mensch in der Tropenhitze der afrikanischen Sonne weilen, mag er sich im Eismeer nahe dem Nordpol befinden: seine Körperwärme beträgt hier wie dort 37°.

Die Möglichkeit, daß die Körperwärme des Menschen dieselbe bleibt, wenn auch die umgebende Luftwärme Unterschiede von mehr als 40° C. aufweist, ist gegeben durch die **Wärmeregulierung** des Körpers. Sie besteht im wesentlichen darin, daß bei sehr kalter umgebender Luft oder Wasser die Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung möglichst eingeschränkt und übermäßige Abkühlung, welche die Körperwärme unter 37° sinken machen würde, verhütet wird. Bei sehr warmer Umgebung, wo die Gefahr einer Überhitzung des Körpers und Steigen der Körperwärme über 37° vorliegt, wird umgekehrt die Wärmeabgabe des Körpers möglichst begünstigt.

Verschiedene Füllung der Blutgefäße der Haut.

Es sind die **Blutgefäße der Haut**, welche auf selbsttätige Anregung hin die Wärmeabgabe des Körpers in ziemlich weiten Grenzen regulieren. Das Haargefäßnetz der Haut hat eine solche Flächenausdehnung, daß die Haut bis über die Hälfte der gesamten Blutmenge des Körpers aufnehmen kann. Bei Kälte ziehen sich die kleinen zuführenden Blutgefäße der Haut zusammen, ebenso kleine in die Haut eingelagerte **organische Muskelfasern**. Die Haut wird blaß und kalt, weniger weich, saftarm und spröde. Je weniger warmes Blut die äußere Haut durchströmt, um so geringfügiger wird der Wärmeverlust. Umgekehrt erweitern sich die Blutgefäße der Haut, die Haut wird rot, wird schwellend und saftreich, wird warm und kann viel Wärme ausstrahlen, bei großer Wärme der Umgebung. Nicht nur das. Der starke Blutzufluß zur Haut bewirkt auch eine besonders starke Tätigkeit der Schweißdrüßen. Die ganze Hautoberfläche sondert Schweiß ab, zu dessen Verdunstung große Wärmemengen nötig sind, welche der Haut entzogen werden. Es ist mithin nicht nur die stärkere Wärmeausstrahlung der blutreichen Haut, sondern namentlich auch der Wärmeverlust durch Verdunstung des starken Hautschweißes, welcher bei großer Außenwärme abkühlend wirkt, und Wärmestauung im Körper verhütet. Der Hund, welcher der Schweißdrüßen in der Haut entbehrt, muß durch gesteigerte Lungenventilation (Keuchen) den großen, enormen Wärmeüberschuß bei stärkerer Bewegung loszuwerden versuchen. Wie unheilvoll eine Behinderung dieser Regulierung der Wärmeabgabe für den Körper werden kann, zeigt der Hitzschlag, welcher unten kurz besprochen werden soll.

Verengerung und Erweiterung der Hautgefäße durch Nerveneinfluß.

Der Vorgang der Wärmeabgabe findet selbsttätig so statt, daß die Kälte- oder Wärmeempfindung, von der äußeren Haut dem Zentralnervensystem vermittelt, auf dem Wege der Blutgefäßnerven die glatten Muskelfasern der Hautblutgefäße entweder zur Zusammenziehung reizt – Verengerung –, oder zur Erschlaffung bringt – Erweiterung der Blutgefäße. Ähnliche Wirkungen können auch bestimmte seelische Vorgänge durch Nerveneinfluß auf die Blutgefäße der Haut ausüben. Bei Zorn, Furcht und Schreck wird namentlich die Gesichtshaut blaß durch Verengerung der Hautblutgefäße, die Muskeln der Haut ziehen sich bei Schrecken zusammen (Gänsehaut) und richten die Kopfhaare auf (Sträuben des Haars). Bei freudiger Erregung erweitern sich die Hautgefäße: das Antlitz färbt sich lebhafter. Die Erregung ferner des Schamgefühls übergießt die Haut des Gesichts, des Halses und der oberen Brustgegend mit Schamröte. –

Weitere Hilfsmittel der Wärmeregulierung.

Zu der durch die Hautblutgefäße erwirkten Wärmeregulierung kommen aber noch weitere Hilfsmittel hinzu. Wie die Vermehrung der Kohlensäureabgabe bei Kälte und deren Verminderung bei Wärme zeigt, steigert äußere Kälte den Stoffumsatz im Körper und damit die Wärmeerzeugung. In der Kälte sucht ferner der Körper unwillkürlich durch Muskelbewegungen die Wärmeerzeugung zu steigern: Zittern, Frostschaudern. Ebenso sucht man sich durch willkürliche Muskelbewegungen in der Kälte einen höheren Grad von Wärmeerzeugung zu verschaffen: Schlagen mit den Armen, Laufen auf der Stelle usw. In der Kälte ist man eben zu heftigerer Muskelbewegung besonders aufgelegt, man empfindet sie als wärmend und wohltuend. Anhaltende frische Bewegung läßt stärkere Kältegrade leicht und ohne Schaden ertragen.

Hitzschlag und Sonnenstich.

§ 181. Hitzschlag und Sonnenstich.

Unter Hitzschlag verstehen wir eine Wärmeanstauung im Körper infolge Störung der Wärmeregulierung. Wird bei starker Luftwärme eine anhaltende Körperbewegung (z. B. Marsch mit schwerem Gepäck) ausgeführt, hindert dichte Bekleidung die Wärmeausstrahlung, ist durch hohe Luftfeuchtigkeit (bedeckter Himmel, Gewitterschwüle) die Schweißverdunstung gehindert, und herrscht dazu Windstille, oder ist durch spärliche Flüssigkeitsaufnahme das Blut eingedickt, so daß genügende Schweißmengen nicht auf die Haut treten können, dann ist das Gleichgewicht zwischen Wärmeerzeugung des Körpers und Wärmeabgabe auf der Haut gestört. Die Wärmeabgabe ist zu gering – und es findet eine Steigerung der Körperwärme bis zu hohen Fiebergraden (41,5 bis 42° ja 43° sind in solchen Fällen gemessen) statt. Es tritt meist auffallende Bläße bei trockener, welker Haut ein, das Gesicht erscheint von gealtertem Aussehen, der Puls wird sehr häufig und klein, und ohnmächtig bricht der vom Hitzschlag Betroffene plötzlich zusammen. Zuweilen tritt unter Herzlähmung dann der Tod ein – während in den meisten Fällen bei zweckmäßiger Behandlung sich die Leute wieder erholen. Besonders häufig sind Fälle von Hitzschlag bei marschierenden Truppen, und am meisten sind solche Leute gefährdet, die sehr trockene Haut haben und schlecht schwitzen.

Zur Verhütung des Hitzschlags bei längeren Märschen oder Radfahrten in starker Hitze dienen folgende Maßregeln: Marschierende Abteilungen sollen nicht geschlossen sich bewegen, sondern in gelockerter Marschreihe; Tornister oder Rucksack sollen möglichst leicht sein; die Kleidung darf nirgendwo beengen und fest schließen, und soll namentlich um den Hals lose sein; auf dem Marsch soll hinreichend und oft Wasser getrunken werden, wogegen alkoholhaltige Getränke zu meiden sind.

Die Hilfe bei einem von Hitzschlag Betroffenen besteht wesentlich in folgendem: Die Kleider sind zu lockern, Gepäcklast zu entfernen; man besprenge das Gesicht und die entblößte Brust mit kaltem Wasser, reibe sie kalt ab, oder übergieße sie mit Wasser; man halte dem Bewußtlosen Äther oder Salmiakgeist an die Nase, und suche nach wiedergekehrtem Bewußtsein erregendes Getränk einzuflößen; in schweren Fällen muß künstliche Atmung zur Erhaltung des Lebens gemacht werden. –

Die Erholung geht bei Hitzschlag sehr langsam vor sich. Der Tod kann noch nach Stunden eintreten.

Sonnenstich wird herbeigeführt durch die Einwirkung heißer Sonnenstrahlen auf den Kopf. Das Gesicht wird dabei stark rot, als Zeichen heftigen Blutandrangs zum Gehirn, der Gang wird taumelnd. Schließlich tritt Unfähigkeit zu weiterer Bewegung und Bewußtlosigkeit ein. Zur Verhütung dient eine gut ventilierte leichte und die Hitze abhaltende Kopfbedeckung: weißer Tropenhelm; leichter Strohhut; Schutz von Kopf und Nacken durch Auflegen eines weißen Tuches; Einlegen feuchter Blätter in den Hut. — Bei einem Anfall von Sonnenstich lege man den Befallenen mit dem Kopfe hoch; mache kalte Überschläge auf Kopf und Brust oder kalte Übergießungen usw.

Im ganzen ist der Hitzschlag gefährlicher als der Sonnenstich; hinterläßt auch nach Abwendung der unmittelbaren Gefahr weit längere Abspannung und Mattigkeit.

§ 182. Leibesübung im Freien in den verschiedenen Jahreszeiten.

Leibesübung im Freien in den verschiedenen Jahreszeiten.

Fragen wir uns nach dem vohergehenden, unter welchen Umständen in den verschiedenen Jahreszeiten Leibesübungen im Freien zuträglich und empfehlenswert sind, so ergibt sich folgendes. Die Zuträglichkeit der Witterung wird bestimmt erstens durch die Luftwärme; zweitens durch die Luftfeuchtigkeit; drittens durch die Luftbewegung oder Windstärke.

Einfluß der Luftwärme.

1. Luftwärme. Bei zunehmender Luftwärme über 27,5° C. hinaus ist bei körperlicher Arbeit, wie sie die Leibesübungen erfordern, die Wärmeregulierung eine erschwerte, so daß leicht Überhitzung und Erschlaffung eintritt. Umgekehrt vollzieht sich mit sinkender Luftwärme die Wärmeregulierung bei Muskelarbeit immer leichter, das Gefühl der Frische nimmt zu. Erst wenn die Wärmeabgabe größer wird als die durch Muskelbewegung neu erzeugte Wärme, tritt an Stelle des Gefühls der Frische das der Kälte, und wirkt erstarrend auf den Bewegungstrieb. Dabei kommt allerdings viel auf die Gewöhnung und Abhärtung des Einzelnen, ferner auf die Art seiner Bekleidung und den Umfang der Muskelbewegung an.

Einfluß der Luftfeuchtigkeit.

2. Luftfeuchtigkeit. Mit Feuchtigkeit gesättigte heiße Luft, die als erschlaffende Schwüle empfunden wird, erschwert bald die Wärmeregulierung und ist zur Vornahme stärkerer Leibesübung nicht geeignet. Trockene heiße Luft saugt dagegen den Schweiß bald auf und gewährt bei leichterer körperlicher Arbeit einen hinreichenden Grad von Abkühlung.

Bei niedrigen Wärmegraden bis zu größerer Kälte hinab wird Lufttrockenheit gut ertragen. Ist dagegen die kalte Luft mit Feuchtigkeit bis zur Nebelbildung übersättigt, so setzt sich die Luftfeuchtigkeit in den Kleidern fest, macht diese undurchlässig und bindet weit mehr Wärme, als die kalte Luft an sich tun würde, wenn sie trocken wäre. Wir frieren selbst bei Körperbewegung in Nebelluft mit +6° C., während wir uns wohl fühlen und angewärmt von der strahlenden Wintersonne an einem trocknen Wintertage mit —5° C.

Luftbewegung.

3. Luftbewegung. Mäßige Windstärke ist vor allem angenehm bei höheren Graden von Luftwärme, da sie die Abdunstung und damit die Abkühlung ungemein fördert. Bei niederer Luftwärme vermehrt dagegen Luftbewegung die Abkühlung zu sehr und verursacht bald Kälteempfindung. Stark, ja unangenehm empfindlich kühlt heftiger Wind bei Kältegraden ab. —

Was die Art der im Freien vorzunehmenden Leibesübungen betrifft, so muß diese sich den augenblicklichen Witterungsverhältnissen anzupassen wissen. Nur dann verhüten wir einerseits Überhitzung, andererseits Erkältung und Frostgefühl, wenn wir bei starker Wärme leichtere Körperbewegung machen, bei mittlerer Wärme uns schon mehr zumuten, bei Kälte aber anhaltende und möglichst ausgiebige Bewegung verlangen.

Bei kalter Luft im Herbst und Winter ist eine anhaltende Bewegung, wie sie der Lauf, strammer Marsch, Fußballspiel, Schlittschuhlaufen u. dergl. verlangen, wohl zuträglich. Nicht dagegen eigentliches Turnen. Umgekehrt sollte man keinen Fußball in der Julihitze spielen, sondern solche Ballspiele, welche den Spielern häufig größere Ruhepausen gewähren (Torball; Schlagball usw.).

Wir können mithin zu allen Jahreszeiten Leibesübungen im Freien betreiben. Es kommt nur darauf an, daß diese Leibesübungen den jeweiligen Witterungsverhältnissen entsprechend gewählt sind. —

Die Kleidung.

§ 183. Die Kleidung.

Gründe der Gesundheit, Sittlichkeit und Schönheit zwingen einen großen Teil der Menschheit, ihren Körper mit Kleidungsstücken mehr oder weniger zu umhüllen. Die Befriedigung des Schönheitssinns nach der Form der Kleidung, sowie nach Farbe und Kostbarkeit des Kleiderstoffes und sonstigen Aufputzes steht dabei zunächst wohl in letzter Linie. Was die Sittlichkeit betrifft, so hat die größere oder geringere Vollständigkeit der Bekleidung an und für sich damit nichts zu tun: hier sind lediglich die entsprechenden Begriffe und Anschauungen bei den verschiedenen Völkern maßgebend. Eine nackte junge Wilde, die allenfalls einen schmalen Hüftschurz trägt, mag höchst sittsam erscheinen, während eine herausfordernd gekleidete oder gar ausgezogene Europäerin sich höchst schamlos zeigt.

Es ist also vor allem das gesundheitliche Bedürfnis, welches den Menschen, dem kein dichtes Haarkleid wie den Tieren gegeben ist, zwang, sich mit schlechten Wärmeleitern zum Schutz gegen Kälte und Nässe zu umhüllen. Nur so vermochte der Mensch allen Unbilden von Klima und Wetter zu trotzen und den Erdball vom Äquator bis in die Polarregionen zu besiedeln und zu bevölkern.

Die selbsttätige Wärmeregulierung der Haut, wie wir sie oben kennen gelernt, erhält in der Kleidung eine sehr wirksame Unterstützung, sie wird zum Teil durch die Kleidung ersetzt. Der Austausch zwischen Körper- und Luftwärme, bei großen Wärmeunterschieden beider und bei starker Verdunstung für die bloße Haut mehr wie empfindlich, wird durch die Kleidung verlangsamt, und von der Haut weg an die Außenfläche der Kleidung verlegt.

Unsere Haut gibt Körperwärme an ihre Umgebung ab; erstens durch Leitung; zweitens durch Strahlung; drittens durch Wasserverdunstung (Schweiß). Indem die Kleidung diesen Wärmeverlust stark einschränkt, wird dem Körper Wärme erhalten. Es braucht weniger ungenutzt abzugebende Wärme im Körper durch Verbrennung von Nahrungsstoffen erzeugt zu werden. Die Kleidung schützt also vor unnötigen Wärmeausgaben und spart Nahrung.

Die Wärme, welche unsere Haut ausstrahlt und durch Leitung verliert, wird zunächst in die Kleidung ausgestrahlt. Sie wärmt die Luftschicht zwischen Kleidung und Haut, sowie die Luft in den Poren des Kleiderstoffs. Da Luft ein schlechter Wärmeleiter — im Gegensatz zum Wasser, welches ein guter Wärmeleiter, weshalb dem entblößten Körper eine Luft von 22° C. warm scheint, dagegen ein Bad von 22° C. kühl —, so wird auf diese Weise die Körperwärme nur sehr langsam abgegeben. Schon daraus geht hervor, daß mehrere Lagen von dünnen Kleidungsstoffen übereinander, deren jede eine Luftschicht zwischen sich faßt, schlechter leiten und daher wärmer halten als ein einziges, wenn auch noch so dickes Kleidungsstück auf bloßem Leibe getragen. Es ergibt sich daraus ferner, daß ein lockerer poröser und lufthaltiger Stoff — entsprechend dem Pelz-, Woll- oder Federkleid der Tiere —, weil die Wärme schlecht leitend und langsam ausstrahlend, weit wärmer hält, als ein gut leitendes, wenn auch noch so dickes und derbes Material, wie z. B. Leder.

Wärmeverlust durch Strahlung und Leitung.

Am schlechtesten leiten und wärmen am meisten, weil viele Luft zwischen sich fassend: Pelzwerk, Dunen, rohe Seide, Schafwolle. Besser leiten und wärmen weniger: Baumwolle, Flachs, gedrehte Seide.

Dabei ist vorausgesetzt, daß diese Stoffe trocken sind. Nasse oder feuchte Kleider, deren Poren also statt mit Luft mit Wasser ausgefüllt sind, werden stets zu guten Wärmeleitern. Daher entziehen sie dem Körper weit mehr Wärme und erzeugen das Gefühl des Fröstelns.

Wichtig hinsichtlich der Wahl der Kleidungsstoffe ist ihr Aufsaugungsvermögen für Flüssigkeit. Ein gleiches Gewicht Wolle vermag doppelt so viel Flüssigkeit (Hautschweiß) aufzunehmen als Leinen; das Leinen gibt aber die aufgenommene Flüssigkeit doppelt so schnell ab und trocknet um so viel schneller. Infolge dieser schnelleren Verdunstung wirkt Leinen nach Durchfeuchtung stark und plötzlich abkühlend; nicht so die Wolle und die Baumwolle, weil hier die Feuchtigkeit nur langsam wieder abgegeben wird.

Aufnahme und Verdunstung von Flüssigkeit.

Eine sogenannte „Normalkleidung“ gibt es nicht: denn die Regulierung der Wärmeabgabe, die wichtigste Aufgabe zweckmäßiger Kleidung, gestaltet sich verschieden je nach den vorhandenen äußeren Umständen, so daß die Art der Bekleidung diesen auch in verschiedener Weise jedesmal anzupassen ist.

Für unser Klima wird eine zweckmäßige Bekleidung sich nach den folgenden Grundsätzen gestalten müssen.

1. Hinsichtlich der Unterkleidung ist vorab zu fordern, daß der Bekleidungsstoff gut lufthaltig und luftdurchgängig, d. h. locker gewebt sei und eine rauhe Oberfläche besitze. Solche Stoffe sind: lockere Baumwoll- und Wollstoffe (Trikot; Flanell); Mischungen beider (Hodelstoff); Gewebe aus Ramiehfaser; allenfalls auch handgewebtes grobes Leinen.

Unterkleidung.

Die Rauhigkeit eines Stoffes wird bewirkt durch die von seiner Oberfläche abstehenden Fasern und Fäserchen, welche gewissermaßen als Stützfasern der Haut aufliegend, eine Luftschicht zwischen Haut und Stoff lassen. Ein glatter Stoff (feines Leinen) dagegen klebt schon bei leichtem Schweiß der Körperoberfläche an und verhindert die Verdunstung.

Rauhe Stoffe nehmen die abschilfernden Schüppchen der Haut, sowie den anhaftenden Hauttalg, also den Hautschmutz, leicht auf: ein rauhes Hemd wird leicht schmutzig.

Glattes Unterzeug dagegen bleibt selbst zwar reiner, läßt aber jenen Schmutz auf der Haut sitzen. Wer glattes Leinen als Hemdstoff trägt, muß häufiger baden; wer rauhes Unterzeug trägt, muß häufiger seine Unterkleidung wechseln und häufiger diese waschen lassen. Hierbei sei bemerkt, daß Wollstoff nur mit lauem Wasser

gewaschen werden soll, da er in heißem Waschwasser abgebrüht stark verfilzt. Bei Baumwolle ist das weniger der Fall.

Wolle wirkt bei sehr empfindlicher Haut leicht reizend, namentlich im Sommer; es erzeugt Jucken der Haut und selbst Hautausschlag. Auch hierin steht Baumwolle günstiger da. Für die wärmere Jahreszeit sind die lockeren Baumwollengewebe als Hemdenstoff daher vorzuziehen, während Wollstoff ebenfalls im Winter zweckmäßiger ist. Die Vorzüge des einen wie des anderen sind aber nicht so groß, als daß nicht auch die Gewöhnung mit entscheidend ins Gewicht fiele.

Ganz zu verwerfen ist das Tragen gebügelter und gestärkter Unterkleidung. Denn das Bügeln und Stärken verdrängt die Luft aus den Stoffen und macht sie dicht und undurchlässig. Das gestärkte Oberhemd beeinträchtigt die Durchlüftung der Haut auf der gesamten Brust- und oberen Bauchgegend. Es widerspricht den Grundsätzen einer richtigen Gesundheitspflege auch dann, wenn darunter ein zweckmäßiges Unterhemd getragen wird. In diesem Punkte ist die Männerkleidung zweifelsohne reformbedürftig.

Ober-kleidung.

Was nun die Oberkleidung betrifft, so muß auch diese luftdurchlässig sein. Dieser Bedingung genügen die gebräuchlichen Tuche übrigens in den meisten Fällen. Anders verhält es sich mit den Futterstoffen für die Oberkleidung. Denn hier werden zumeist glatte, schlecht durchlüftbare und, wenn sie feucht geworden, gänzlich undurchlässige Stoffe bevorzugt, schon wegen des besseren Halts, welchen diese härteren glatten Zeuge für den „Sitz" der Kleidung nach Schnitt und Form gewähren. Dies gilt besonders für die Rückenfläche sowie für die Fütterung der Brustteile der Weste. Solch glattes Futterzeug verhindert die Wasserverdampfung aus der Kleidung nach außen hin. Es sollte unter allen Umständen durch locker gewebten Stoff, z. B. leichten Flanell, ersetzt werden.

Kleidung bei Leibes-übungen.

§ 184. Kleidung bei Leibesübungen.

Was die zweckmäßigste Kleidung bei Leibesübungen betrifft, so muß hier unterschieden werden eine nur zeitweilig zur Vornahme anstrengenderer Bewegung angelegte, und nachher mit dem Alltagsgewand wieder umgetauschte Turn- oder Sportkleidung, und eine Kleidung, die zu Dauerübungen — wie mehrtägige Radfahrten, Fußwanderungen u. dergl. getragen werden soll. Die Anforderungen an beide werden sich vom gesundheitlichen Standpunkte verschieden gestalten. Wenn ehedem Jahn und seine Schüler nicht nur auf dem Turnplatze, sondern auch bei längeren Wanderfahrten Anzüge aus grauem Leinen (Leinenhemd, Jacke und lange Hose aus Leinen) trugen, so war diese Tracht höchstens für warme trockne Sommertage zweckmäßig, im übrigen aber so ungeeignet als möglich. Diese alte Turnerkleidung ist daher heute so gut wie gänzlich ausgestorben.

Turn- und Sport-kleidung.

Für den Übungsplatz haben sich die porösen und leichten Stoffe, wie sie namentlich aus Baumwolle, Wolle, gewebt oder gestrickt, in so mannigfacher Art gefertigt werden, allenthalben Eingang verschafft. Namentlich der Flanell und die verschiedenen Trikotgewebe, neuerdings auch Hemden aus Ramiehfasern, sind mit Recht bevorzugt. Hinsichtlich des Schnitts der Turn- und Sportkleidung ist alles zu vermeiden, was die volle Bewegungsfreiheit zu beeinträchtigen vermag; nirgendwo darf die Kleidung beengen, den Atemgang beeinträchtigen oder gar den Blutlauf in den oberflächlichen Blutadern hemmen, wie dies z. B. enge Halskragen oder Strumpfbänder unter dem Knie zu tun vermögen. Das Hemd sei daher um den Hals weit; die Ärmel des Hemdes sind kurz zu tragen, oder wenn lang, so doch nicht über dem

Handgelenk fester anschließend. Zu verwerfen sind feste Leibriemen zum Halten der Hosen, weil sie die Bauchatmung behindern. Für Leibesübungen, welche ungehinderte Bewegung der Beine verlangen, wie Laufen, Fuß- und Schlagballspielen, Radfahren, Rudern usw. sind kurze Kniehosen, welche um das Knie selbst nicht fest schließen dürfen, am zweckmäßigsten. Dazu werden entweder lange, über das Knie reichende Strümpfe getragen, oder ganz kurze zum Anfang der dicken Wade reichende Strümpfe, so daß Knie und obere Wade nackt bleiben. Bei der, in manchen Turnvereinen noch bevorzugten langen, bis ans Sprunggelenk reichenden, oder gar mit einem Steg unterhalb der Fußsohle befestigten und gespannten Hose wird bei der Beugung wie bei dem Vorstrecken des Beins jedesmal ein Widerstand des sich spannenden Beinkleides zu überwinden sein. Mag dieser auch beim einzelnen Laufschritt usw. ein geringer sein: für die ganze Menge der Einzelbewegungen beim Zurücklegen einer Strecke summieren sich diese kleinen Widerstände derart, daß die gesamte Geschwindigkeit der Fortbewegung eine Herabsetzung erfährt. Die Ausbreitung der Spiel- und Sportvereinigungen hat bewirkt, daß zu Leibesübungen im Freien die Kniehose immer mehr zur allgemeinen Tracht wird.

Frauenkleidung bei Leibesübungen.

Mehr Übereinstimmung herrscht heute in der Bekleidungsfrage bei Übungen wie Turnen, Radfahren und Spielen für das weibliche Geschlecht. Steife Korsetts, wie früher ausgeführt, sind hier ebenso zu verwerfen, als der einpressende Druck einer Reihe von Unterröcken, die über den Hüften fest umgeschnürt sind. Daß das plötzliche Ablegen des Korsetts wegen der Schwäche der Rückenmuskeln seine Bedenken hat, ist früher schon ausgeführt (s. § 58). Zweckmäßige Unterkleidung macht die vielen Unterröcke entbehrlich. Das Oberkleid besteht zweckmäßig aus loser Bluse sowie dem sogen. geteilten Rock (weite und faltige, bis zum Knie hinabreichende Pumphose).

Kleidung bei Dauerübungen.

Für Wander- und Bergfahrten, größere Radausflüge usw. ist auf gesundheitsmäßige Bekleidung ganz besonderes Gewicht zu legen. Poröse Unterkleidung, z. B. Netzjacke aus Flachsfaser, darüber Hemd aus Reformbaumwolle hat sich vielfach bewährt. Die Oberkleidung besteht am besten aus gewebtem oder gestricktem Wollstoff, und zwar sind die Lodenstoffe zurzeit die mit Recht allgemein bevorzugten geworden. Der Lodenmantel als schützender Überwurf bei Wetter und Regen kann durch Imprägnierung undurchlässig gegen das Eindringen von Wasser gemacht werden. Der Stoff wird hierzu mit einer Lösung von Alaun, Bleiessig und Gelatine behandelt. Diese Imprägnierung vermindert zwar die Porösität und Durchlüftbarkeit, und zwar um 10 %, hebt aber die Ventilation durch die Kleidung nicht auf, wie dies bei Gummi- und Kautschuküberziehern der Fall ist. Letztere sind daher durchaus unzweckmäßig. Immerhin sollte man nur solche Überkleider imprägnieren lassen, welche nicht dauernd, sondern lediglich bei Unwetter getragen werden. Dazu sei noch bemerkt, daß die so hergestellte Wasserdichtigkeit nur von beschränkter Dauer ist, so daß es sich empfiehlt, ab und zu die Imprägnierung wiederholen zu lassen. —

Bezüglich der Kopfbedeckung wäre es wünschenswert, wenn das ekelhafte Schweißleder endlich einmal aus den Hüten verschwände. An dessen Stelle ist namentlich für Wanderungen und Reisen ein weicher Woll- oder Flanellstreifen unbedingt vorzuziehen.

Über die zweckmäßigste Fußbekleidung ist schon früher das Nötige gesagt. —

Erkältung und Abhärtung.

§ 185. Erkältung und Abhärtung.

Nichts ist allgemein geläufiger geworden, als alle möglichen leichteren und schwereren Erkrankungen auf eine „Erkältung" als Ursache zurückzuführen. Mit unfehlbarer Sicherheit weiß der Erkrankte oft, daß er an dem und dem Tage um so und so viel Uhr da oder dort im Zug gestanden, nachdem er vorher stark geschwitzt habe usw. So wenig es zu leugnen ist, daß rheumatische Schmerzen in Muskeln und Gelenken, und daß Katarrhe bestimmter Schleimhäute (Nase, Hals, Darm) durch plötzlichen starken Temperaturwechsel und damit verbundenen starken Wärmeverlust auf einem Teile unserer Haut entstehen können, so sicher ist es, daß die Erkältungsfurcht die schlimmste Wurzel der Erkältungskrankheiten bildet, indem sie die Veranlagung zu Erkältungskrankheiten erst heranzieht. Die weitverbreitete Luftscheu, die Furcht vor jedem kühleren Luftzug, das Übermaß an erwärmender dicker Kleidung, der Gebrauch von dicken Federbetten, warm geheizte Schlafzimmer und was alles sonst noch geschieht, um unsere Haut so recht zu verweichlichen, ihrer natürlichen Fähigkeit der Wärmeregulierung zu berauben und gegen jeden Temperaturwechsel und jeden Luftzug empfindlich zu machen, schafft uns erst recht bei der harmlosesten Gelegenheit Schnupfen, Husten und rheumatisches Ziehen. Im bayrischem Gebirge sagen die Bauern: „er hat sich überhitzt" — genau da, wo für uns eine Erkältung außer Zweifel zu stehen scheint. Wer weiß, ob es für die Gesundheit und Frische in manchen Volksschichten nicht besser wäre, wenn man statt der Furcht vor Erkältung anfinge, sich vor Überhitzung zu fürchten.

Und doch sehen wir, daß Leute, welche zu jeder Jahreszeit in Sturm und Wetter ihren Beruf ausüben, daß zahlreiche Arbeiter und Beamte, die tagtäglich sich schroff wechselnder Temperatur und scharfer Zugluft aussetzen müssen, dies ohne Schaden für ihre Gesundheit tun, ja von Erkältungskrankheiten mehr verschont sind als der stets für behagliche Wärme am Körper besorgte und jeden Luftzug ängstlich meidende Stubenarbeiter.

Es ist also möglich, sich so zu erziehen, daß die Haut gelegentliche Abkühlung durch starken Temperaturwechsel ganz gut ertragen kann, und daß all die Schrecken der Zugluft, der schnellen Abkühlung nach Erhitzung usw. zu leeren Gespenstern werden.

Abhärtung.

Solche Abhärtung und Wetterfestigkeit ist zweifellos auch ein wertvolles Ziel rechter Leibeserziehung. Zu einer harmonischen Körpererziehung gehört auch die Erziehung der Hauttätigkeit. Deshalb muß immer wieder darauf hingewiesen werden, daß Leibesübungen im Freien, in rechter Form zu allen Jahreszeiten betrieben, ganz besonders den Körper zur Ertragung von Hitze und Kälte, von Wind und Wetter stählt. Für eine Jugend, welche den Hauptteil ihrer Tageszeit im Schulzimmer oder im häuslichen Arbeitszimmer zuzubringen hat, für den Handwerker, den Arbeiter, den Schreiber, den Kaufmann, die ihren Beruf von Morgen bis Abend im geschlossenen Raume ausüben müssen, sind körperliche Übungen ebenfalls und ausschließlich im geschlossenen Raum der Turnhalle nicht die richtige Art gesundheitlicher Leibesübung. Sie muß sich unbedingt mit entsprechender, d. h. reichlicher Bewegung im Freien ergänzen.

Insofern ist die starke Zunahme des Radfahrens, ist der Aufschwung des Eislaufs und anderer Wintersports in Deutschland bedeutungsvoll für die allgemeine Gesundheitspflege, als dadurch der Freude an Bewegung im Freien auch bei ungünstigerer Witterung und in Winterkälte in weiten Schichten der Bevölkerung, namentlich der Jugend, Vorschub geleistet und das Bedürfnis nach frischer reiner Atemluft vermehrt worden ist.

Indes zur rechten Hautpflege und damit zur Bekämpfung der Erkältungsanlage und Erkältungsfurcht gehört noch mehr. Es gehört dazu hinlänglich warme, den Jahreszeiten angepaßte, aber nie zu warme, den Hals frei lassende und damit die wichtigen Halsorgane abhärtende Kleidung, stete Sorge für gut gelüftete und mäßig warme aber nie überheizte Wohnräume. Außerordentlich verweichlichen geheizte Schlafzimmer, sowie Häuser mit Zentralheizung, wo auch sämtliche Flur- und Treppenräume gleichmäßig erwärmt sind. Ein Drittel unserer Lebenszeit bringen wir im Schlafraum zu — und ob man dort verdorbene überwarme Luft einatmet, oder stets frisch erneuerte, das macht für das körperliche Wohlsein viel aus. Es ist ein leichtes, durch ein geöffnetes Oberlicht, oder einen halb offenen Fensterflügel die Nacht hindurch für stete Erneuerung der Schlafstubenluft zu sorgen — auch im Winter. Wer die Wohltat davon empfunden, scheut das überwärmte fast vor jedem Luftzug verschlossene und verhängte Schlafgemach. Von „Erkältung" ist, wenn man genügend warm zugedeckt ist, keine Rede.

Es gehört vor allem aber zur Abhärtung eine regelmäßige Hautpflege durch kühle Bäder.

§ 186. Hautpflege durch Bäder.

Hautpflege durch Bäder.

Von den Ausscheidungen der Haut dünsten die gasförmigen durch die Kleidung ab; das Wasser des Schweißes wird von den Kleidern aufgesaugt. Dagegen bleiben mehr oder weniger auf der Haut zurück nach Verdunstung des Schweißes dessen feste Bestandteile, also Salze und Fette; ebenso Hauttalg. Dazu kommen die abgestoßenen Schüppchen der Oberhaut. So setzt sich durch die Hauttätigkeit allein schon stets eine Schicht von Fett, Salz und verhornten Schüppchen auf der Oberhaut an, verstopft die Poren der Haut, d. h. die Ausführungsgänge der Schweiß- und Talgdrüsen, und beeinträchtigt die so wichtige Absonderungstätigkeit der Haut. Dies namentlich, wenn jener fettige Hautüberzug noch eine Beimischung von Schmutz und Staub von außen erfährt. Daß zur Erhaltung einer ungehemmten gesunden Hauttätigkeit eine häufigere Entfernung dieses Hautüberzugs und zwar mittels warmer Bäder erfolgen muß, ist ein allererstes Erfordernis der Gesundheitspflege wie der Reinlichkeit. Wie weit wir darin im deutschen Volke zurück waren und noch sind, ist bekannt genug. Die in den letzten 20 Jahren besonders rege gewordene Bewegung zur Schaffung billiger Volksbäder, ferner von Badegelegenheiten in den Kasernen, in den Volksschulen und in den Fabriken, zeugt davon, wie groß das Bedürfnis war und wie lebhaft mit Recht die Notwendigkeit zur Schaffung ausreichender Badegelegenheiten empfunden wird. Neben der früher allein üblichen Form solcher Reinigungbäder, dem warmen Wannenbad, bevorzugt man jetzt für Volks- und Schulbäder das Brause- oder Duschebad. Es ist besonders billig zu beschaffen und zu unterhalten, unbedingt sauber und mit geringstem Zeitverlust zu benutzen.

Warme Reinigungsbäder.

Überwarme Vollbäder (von Körperwärme = 37° C. und darüber) wirken bei langer Dauer erschlaffend auf das Nervensystem, stimmen die Körpertätigkeiten herab und verweichlichen die Haut.

Ganz anders bei kühlen und kalten Bädern, bei denen der Gesichtspunkt der bloßen Reinigung zurücktritt gegenüber dem sonstigen tiefgreifenden Einfluß auf den Körper und seine Verrichtungen.

Wirkungen der kalten Bäder.

Ganz allgemein bestehen die Einwirkungen des kalten Bades in folgendem: Die plötzliche Abkühlung der Haut — daß Wasser als guter Wärmeleiter weit mehr und schneller Wärme entzieht als gleich warme oder gleich kalte Luft ist oben bereits erwähnt — ruft eine starke Zusammenziehung der kleinen glatten Haut-

22*

muskeln und namentlich der Hautblutgefäße hervor, dem kurz nach dem Bade eine entsprechende Erschlaffung derselben organischen Muskeln, und damit eine starke Blutfülle der Haut mit dem Gefühl angenehmer Erwärmung folgt. Besonders ausgesprochen ist dieses Rotwerden der Haut nach dem kalten Seebad, sowie dem Flußbad in stark fließendem Strome. — Es braucht hier nur daran erinnert zu werden, daß bei erstarrten Gliedern Reiben mit Schnee warmen belebenden Blutstrom erzeugt, daß Abreiben mit kaltem Wasser das beste Mittel gegen kalte Füße u. dergl. ist. Kalte Bäder stellen also geradezu eine Übung der Hautmuskeln und der Hautblutgefäße dar, ein „Turnen der Hautmuskeln", wie es der Physiologe Du Bois-Reymond nannte. Die Haut wird so befähigter, plötzliche Wärmeentziehungen zu ertragen, d. h. sie wird abgehärtet. Die Kräftigung der kleinen Hautmuskeln gibt ferner der gesamten Hautdecke eine größere Festigkeit und schwellendes Leben. Festes Fleisch der Körperoberfläche verrät gesunde Abhärtung, schlaffes und welkes Fleisch ist ein Zeichen von Verweichlichung. Ersteres wahrt den Schein jugendlicher Frische, letzteres, leicht faltig und runzlig werdend, macht vorzeitig alt.

Die plötzliche Zusammenziehung der Blutgefäße der gesamten Hautoberfläche beim kalten Bade bewirkt weiterhin eine starke Steigerung des Blutdrucks, so daß das Herz zu kräftigsten Zusammenziehungen veranlaßt wird, sowie eine Vertiefung und Beschleunigung der Atmung. Kalte Bäder dienen also auch zur Übung und Kräftigung des Herzens.

Dazu kommt der Reiz der plötzlichen Abkühlung auf die gesamten Empfindungsnerven der Haut. Dieser Nervenreiz gibt die Empfindung wohltuender Erfrischung und Kräftigung und weckt nach dem Bade Arbeitslust und Bewegungsfreude.

Die Summe all dieser Vorgänge: Wärmeverlust, Steigerung der Herzarbeit, Vertiefung der Atmung, Anregung der Nerventätigkeit, gestaltet den Stoffwechsel im Körper zu einem lebhafteren. Demgemäß steigt auch das Bedürfnis der Nahrungsaufnahme, der Appetit.

Inwieweit diese Vorteile dem Einzelnen zugute kommen, hängt von dem Stand seiner Gesundheit und seiner Körperbeschaffenheit, dann aber auch von der Form des kalten Bades und vom rechten Gebrauch desselben ab.

Arten des kalten Bades.

Für gewöhnlich bezeichnet man Bäder von 9—16° R. oder 12—20° C. als kalt; solche von 16—20° R. oder 20—25° C. als kühl, solche von 20—26° R. oder 25—32° C. als lau, und endlich Bäder von 26—32° R. oder 32—40° C. als warm. Indes sind die Wärmegrade des Wassers durchaus nicht allein für die Badewirkung maßgebend.

Badedauer.

Was zunächst die Dauer des Bades betrifft, so folgt bei kaltem Bade, wenn es zu lange ausgedehnt war, statt der wohltuenden Erwärmung der Haut lange Kälteempfindung, Froststarre und Steifigkeit. Das Herz arbeitet ungenügend und vermag in die zusammengezogenen Hautblutgefäße kein Schlagaderblut zu pressen: infolgedessen bleibt die Haut blaß, die Lippen sind bläulich gefärbt — ein Zeichen ungenügender Zufuhr sauerstoffhaltigen Blutes. Jedenfalls soll bei Eintritt von Frostempfindung das kalte Bad sofort unterbrochen werden. Das Maß des Zuträglichen ist auch hier je nach Übung und Gewöhnung sehr verschieden. Im allgemeinen gilt der Grundsatz: Je kälter das Bad, um so kürzer währe es.

Seebad.

Hinsichtlich der Zusammensetzung des Badewassers ist zu bemerken, daß die Kälte weniger empfunden wird, wenn das Badewsser reizende Stoffe für die Haut, z. B. Salze, enthält. Kalte Seebäder — unsere Nordsee hat im Hochsommer durchschnittlich 12—14° R. = 15—17° C. — werden daher selbst von empfindlicheren Personen gut ertragen, weit besser als gleich kühle Süßwasserbäder, namentlich aber als Flußbäder.

Wesentlich sind lebhafte Körperbewegungen im Bade, welche wärmeerzeugend wirken. Daher kalte Bäder von einem Schwimmer weit besser ertragen werden, als vom Nichtschwimmer, den bald die Frostempfindung übermannt. Schwimmen.

Ähnlich wie lebhafte Eigenbewegung wirkt die auf den Körper mechanisch übertragene Bewegung ein. So der Wellenschlag im Seebad mit seinem starken Anprall gegen den Körper; ferner der aufschlagende und die Haut walkende Wasserstrom im Wellen- oder Sturzbad; das Gegenklatschen nasser Tücher und das Abreiben mit solchen bei kalter Einwicklung.

Dusche.

Betreffs des Duschebads sei kurz bemerkt, daß die Vorzüge des warmen Dusche- oder Brausebads als Reinigungsbad außer Zweifel stehen, nicht so die Vorzüge der kalten Dusche. Die punktförmige Einwirkung der Kälte durch die Strahlen der Dusche wirken weit reizender auf die Nerven der Haut als die flächenförmige Kältewirkung beim Vollbad oder beim Einschlagen oder Anklatschen mit großen nassen Tüchern. Reizbare Nerven werden dadurch nur noch überreizt, Unruhe und Schlaflosigkeit gesteigert. Dazu kommt, daß der Blutdruck bei der kalten Brause noch plötzlicher ansteigt als im kalten Vollbad. Nervösen Personen, sowie solchen, deren Kreislauforgane, Herz und Blutgefäße, erkrankt oder geschwächt sind, ist daher vom Gebrauch der kalten Dusche entschieden abzuraten.

Kalte Abreibung.

Weit bekömmlicher, überall und jederzeit anwendbar ist dagegen die naßkalte Abreibung des ganzen Körpers. Sie empfiehlt sich namentlich des Morgens unmittelbar nach dem Aufstehen aus der Bettwärme. Wie das Frottieren hierbei zu einer trefflichen hausgymnastischen Übung ausgestaltet werden kann, hat J. P. Müller gezeigt („Mein System").

Nach einer anstrengenden schweißtreibenden Arbeit oder Leibesübung, wie Turnen, Radfahren, Rudern, Marschieren usw., gehe man nicht in ein kaltes Schwimmbad und noch weniger unter eine kalte Dusche. Hier ist vielmehr das geeignetste eine warme Dusche. In Deutschland sind erst vereinzelt größere Vereinsturnhallen mit einem kleinen Brausebad verbunden, während in den Turnhallen Nordamerikas eine Badeeinrichtung stets vorhanden ist. —

VI.

Verdauungsorgane und Ernährung.

Kraftquellen des Körpers.

§ 187. Die Kraftquellen unseres Körpers.

In allen Naturreligionen nimmt der zur Persönlichkeit erhobene Träger des Himmelslichtes, d. h. die Sonne, die vornehmste Stelle ein. Und das mit Recht. Denn die lebendige Kraft der Sonnenwärme ist der Urquell aller Kräfte, welche sich in den Lebewesen unserer Erde äußern. Unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen baut die Pflanze aus einfachen, der Luft und dem Boden entnommenen Stoffen, wie Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Stickstoff, Stoffe von verwickelterer chemischer Zusammensetzung auf, und zwar mit Ausscheidung von Sauerstoff. Dabei wird die lebendige Kraft der Sonnenwärme umgesetzt in chemische Spannkraft. Die so gebildeten, an aufgespeicherter Spannkraft reichen Verbindungen sind teils stickstoffhaltige, wie die Eiweißkörper, teils stickstofflose, wie die Fette, und die zucker- oder stärkemehlhaltigen Stoffe, die sogen. Kohlehydrate.

Verwandlung der lebendigen Kraft der Sonne in chemische Spannkraft bei den Pflanzen.

Eiweiß, Fett und Kohlehydrate, in den menschlichen Körper unmittelbar (pflanzliche Nahrung) oder mittelbar (Fleisch pflanzenfressender Tiere, Eier, Milch) aufgenommen, unterliegen hier dem umgekehrten Prozeß, wie er bei der Pflanze stattgefunden. Nämlich unter Aufnahme von Sauerstoff werden sie verbrannt zu Kohlensäure, Wasser und Harnstoff, welch letzterer, aus dem Körper ausgeschieden, dann noch bald in Kohlensäure und Ammoniak weiter zerfällt. Das sind also dieselben einfachen Stoffe, aus welchen die Pflanze Eiweiß, Fett und Kohlehydrate aufbaute. Während aber die Pflanze bei jenem Aufbau komplizierterer Stoffe aus einfachen die lebendige Wärme in Form chemischer Spannkraft aufspeicherte, werden im Tierkörper bei der Verbrennung oder dem Abbau dieser Stoffe die der Sonnenwärme entstammenden Spannkräfte wieder frei, so daß sie umgesetzt werden können in das entsprechende Maß von Wärme und Arbeit.

Umsetzung der chemischen Spannkraft in Arbeit und Wärme.

„Das Licht, die beweglichste aller Kräfte, von der Erde im Fluge erhascht, wird von den Pflanzen in starre Form umgewandelt; denn die Pflanzen auf ihr erzeugen eine fortlaufende Summe chemischer Differenz, bilden ein Reservoir, in welchem die flüchtigen Sonnenstrahlen fixiert und zur Nutznießung geschickt niedergelegt werden." (Jul. Robert Mayer, Entdecker des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft, 1845.)

Aufgabe der Verdauung.

§ 188. Aufgabe der Verdauung.

Folgende Stoffe bauen unseren Körper auf: Eiweißstoffe, Fette, Zucker und stärkemehlhaltige Stoffe oder Kohlehydrate. Hierzu kommen noch Wasser und unverbrennliche Aschebestandteile (Salze und Erden), namentlich Verbindungen von Kalium, Natrium, Calcium, mit Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor.

Alle diese Stoffe sind im Blute enthalten, ebenso wie der Sauerstoff, welcher die Verbrennung des Eiweißes, der Fette und der Kohlehydrate in den Geweben unterhält. Das Blut ist es also, welches nicht nur die verbrauchten Stoffe aus den

Fig. 338. Übersicht der Lage der Baucheingeweide.

Geweben abführt, sondern auch stetig neuen Ersatz den Geweben zuführt. Damit es diese Aufgabe erfüllen könne, müssen ihm selber die nötigen Ersatzstoffe in gelöster Form aus der eingenommenen Nahrung zugehen. Nun sind in unserer Nahrung die eigentlichen Ernährungsstoffe in den verschiedenartigsten Mischungen vorhanden; ihnen sind mehr oder weniger für die Ernährungsvorgänge unwesentliche Stoffe, ja

auch solche Stoffe zugesellt, die überhaupt nicht verdaulich sind, und unverändert aus dem Körper wieder ausgeschieden werden, so z. B. die Holzfasern der Pfanzen (Zellulose).

Es ist Aufgabe unserer Verdauungsorgane, die mannigfachen mehr oder weniger vorher zubereiteten Nahrungsmittel mechanisch zu zerkleinern, zu verflüssigen, und unter Einwirkung der Verdauungssäfte chemisch derart umzuwandeln, daß die brauchbaren Nahrungsstoffe, in Wasser gelöst, als Chylus oder Milchsaft dem kreisenden Blute beigemischt werden können. Es geschieht dies dadurch, daß die verdauten Stoffe aus dem Speisebrei des Darminhaltes in die Lymphgefäße der Verdauungsorgane aufgesogen und dann weiter dem Kreislaufsystem zugeführt werden. Als Sammelgefäß für diese Chylus- oder Lymphgefäße der Verdauungsorgane haben wir schon früher den Milchbrustgang kennen gelernt, der in die linke Schlüsselbeinblutader mündet.

Übersicht der Verdauungsorgane.

§ 189. Übersicht der Verdauungsorgane. (Fig. 338.)

Die Verdauungsorgane bilden einen vom Mund bis zum After verlaufenden langen Schlauch von verschiedener Weite. Die Wand dieses Schlauches besteht allenthalben aus einer Schicht von Muskelfasern, die zur Fortbewegung des Inhalts dienen, und stellt mithin ein Muskelrohr dar. Die Innenfläche dieses Rohres ist ausgekleidet mit Schleimhaut, die Außenfläche ist vom Magen bis zum Mastdarm überzogen mit dem glatten dünnen Bauchfell.

Die Muskelschicht des Verdauungsrohres besteht am Anfang, wo sie die Mundhöhle, Rachen und den Schlundkopf umgibt, aus quergestreiften Muskeln, von da abwärts bis zum After nur aus glatten unwillkürlichen Muskeln. Der Schließmuskel des Afters ist dagegen wieder quergestreift und willkürlich.

Die einzelnen Teile des Verdauungsschlauches sind:

1. Die Mundhöhle mit den Speicheldrüsen.
2. Der Schlundkopf und die Speiseröhre.
3. Der Magen.
4. Der Darmkanal.
5. Die Bauchspeicheldrüse und die Leber als drüsige Nebenorgane.

Mundhöhle und Speicheldrüsen.

§ 190. Mundhöhle und Speicheldrüsen.

In der Mundhöhle, deren Bau schon früher kurz beschrieben, wird die feste Nahrung durch die Kaubewegungen des Unterkiefers gegen den Oberkiefer zerkleinert, durchtrennt (Beißbewegung in der Richtung von unten nach oben) und zerrieben (seitliche Mahlbewegung des Kiefers). Diese mechanische Verkleinerung der Speisen durch das Kauen ist das allererste Erfordernis zu ihrer Verdauung. Zahlreiche Magenerkrankungen und Ernährungsstörungen entstehen allein dadurch, daß die Nahrung unvollständig zerkaut herabgeschluckt wird. Abgesehen von Gründen der Schönheit ist deshalb der Besitz guter Kauwerkzeuge und insbesondere gesunder starker Zähne eine Vorbedingung guter Gesundheit. Leider nimmt bei unserem Geschlecht frühzeitiges Krankwerden und Ausfallen der Zähne in einem Grade zu, daß man, wenigstens bei der städtischen Jugend, von einer allgemeinen Entartung der Zähne sprechen kann. In unseren Volksschulen ist es allenthalben, sowohl bei Knaben wie bei Mädchen so, daß nur ein geringer Bruchteil der Kinder ein tadellos entwickeltes und gesundes Gebiß zeigt. Bei der überwiegenden Mehrzahl sind die

Zähne mangelhaft und ungleich entwickelt, nicht mehr vollzählig und zum Teil krank und hohl (Zahncaries). Bei einzelnen Truppenteilen hat sich gezeigt, daß 96 – 98% der Mannschaften kein vollkommen gesundes Gebiß mehr zeigten. Aus alledem erhellt die Notwendigkeit einer steten richtigen Zahnpflege von früher Jugend an, insbesondere regelmäßige Reinigung der Mundhöhle und Zähne vor allem von anhaftenden Speiseresten, Mundspeichel usw. Diese Reinigung geschieht am besten durch eine weiche Bürste, die mit recht warmem reinen Wasser angefeuchtet ist, ebenso durch Nachspülen mit solchem warmen Wasser, und zwar morgens nach dem Aufstehen, eine Stunde nach der Hauptmahlzeit, und abends vor dem Schlafengehen. –

Die durch das Kauen zerkleinerte Masse wird vom Mundspeichel durchfeuchtet, zu einem Bissen geformt, und nach den Schlundkopf hinbewegt. Der Mundspeichel entstammt zahlreichen Schleimdrüsen in der die Mundhöhle innen auskleidenden Schleimhaut, sowie den Speicheldrüsen, deren drei Paare ihren abgesonderten Speichel in die Mundhöhle fließen lassen. Die Speicheldrüsen sind: die Ohrspeichel-, die Unterkiefer- und die Unterzungendrüsen.

Speicheldrüsen und Speichel.

Die Ohrspeicheldrüse ist vor dem Ohre auf dem Kaumuskel gelegen (s. S. 197); die Unterkieferdrüse liegt jederseits am Winkel des Unterkieferrandes, umgeben von kleinen Lymphdrüsen, welche bei Erkrankungen der Mund- und Rachenorgane sehr leicht anschwellen; die Unterzungendrüse liegt am Boden der Mundhöhle beiderseits hinter der Zungenspitze.

Die Menge des Mundspeichels ist eine wechselnde, sie wird auf 200 – 1500 g ja bis zu 2000 g in 24 Stunden angegeben. Sie nimmt namentlich zu während des Kauens. Dabei nützt der Mundspeichel der Verdauung dadurch, daß er 1. den im Munde sich formenden Bissen durchfeuchtet, zusammenklebt und schlüpfrig macht, 2. leicht lösliche Stoffe des Bissens auflöst, so daß diese Stoffe auf die Geschmacksnerven des Zungenrückens einwirken und geschmeckt werden können, und daß er 3. das im Speisebissen enthaltene Stärkemehl in die löslicheren Stoffe Dextrin und Zucker überführt. Letztere, für die Verdauung der stärkemehlhaltigen Stoffe wichtige chemische Tätigkeit vollzieht sich unter dem Einfluß (Fermentwirkung) eines im Mundspeichel enthaltenen besonderen Stoffes, des Ptyalins.

Bei dieser Herrichtung des gekauten Bissens leistet auch die Zunge durch ihre Bewegungen wesentliche Dienste, indem sie während des Kauens die nicht ganz zerkleinerten Nahrungsstoffe immer wieder zwischen die Kauflächen der Zähne schiebt, indem sie ferner aus den verkleinerten, mit Mundspeichel verklebten Massen den eiförmigen Bissen formt, und endlich den Bissen über den Zungenrücken hin zum Schlunde befördert.

Tätigkeit der Zunge.

§ 191. Schlundkopf und Speiseröhre.

Schlundkopf und Speiseröhre.

Der hinter der Nasen- und Mundhöhle gelegene von der Schädelbasis bis zum Kehlkopf hinabreichende trichterförmige Raum (s. Fig. 325) heißt der Schlundkopf. Sein mittlerer und Hauptteil ist die Rachenhöhle, die sich nach oben in den Nasenrachenraum fortsetzt. In den Schlundkopf münden von vorn her die Nasenhöhlen, darunter die Mundhöhle und unten der Kehlkopfeingang. Hinter dem Kehlkopf mündet der Schlund in die Speiseröhre.

Der Schlundkopf wird bei der Schlingbewegung in folgender Weise tätig. Der im Munde gebildete Bissen, wird nach Schluß der Mundspalte und Zusammendrücken der Kiefer, durch Andrücken der Zunge gegen den harten Gaumen, von der Zungenspitze anfangend über den Zungenrücken hin, hinter den weichen Gaumen in

Schlingbewegung.

den Raum des Schlundkopfes befördert. Durch eine unwillkürlich auf dem Wege des Reflexes erfolgende kräftige Zusammenziehung der Muskeln des Schlundes (Schlundschnürer) wird der Bissen oder die zu schluckende Flüssigkeit in die Speiseröhre hinab gefördert. Damit bei diesem Schluckakt der Speisebissen oder die zu verschluckende Flüssigkeit keinen falschen Wege nach der Nase zu, nach der Mundhöhle zurück oder in den Kehlkopf nehme, werden gleichzeitig Nasen- und Mundhöhle durch Zusammenziehung der Gaumenbögen und des Gaumensegels, der Kehlkopf durch den Kehlkopfdeckel geschlossen.

Dieser in den quergestreiften Muskeln des Rachens und des Schlundes unwillkürlich erfolgende Vorgang beim Schluckakte wird am leichtesten ausgelöst bei einem Bissen von mittlerer Größe. Sehr große oder sehr kleine Bissen werden stets schlechter geschluckt.

Speiseröhre.

Die Bewegung des Bissens setzt sich in der Speiseröhre dadurch fort, daß der Muskelschlauch der Speiseröhre oberhalb des Bissens sich ringförmig zusammenschnürt, und daß dieser einschnürende Ring, die Speiseröhre hinab fortschreitend, den Bissen vor sich her in den Magen treibt (s. Fig. 229).

Die Speiseröhre verläuft, der Wirbelsäule aufliegend, hinter der Luftröhre in den Brustraum und gelangt zum Magen, nachdem sie das Zwerchfell durchbohrt hat.

Der Magen.

§ 192. Der Magen. (Fig. 339 und 340.)

Der Magen ist die größte Erweiterung des Verdauungsschlauches und ist unmittelbar unter dem Zwerchfell gelegen. Er erstreckt sich quer von links nach rechts hin, wobei seine Querachse nach rechts hin sich etwas senkt. Er ist links hin gegen die Milz, rechts hin gegen die Leber gewendet, und liegt in der linken Bauchhöhle mit einem größeren Teil seines Umfanges als in der rechten.

Fig. 339. Magen und Zwölffingerdarm.

Auf der linken Seite tritt von obenher die Speiseröhre in den Magen ein: diese Stelle heißt der Magenmund. Vom Magenmund an erweitert sich der Magen am stärksten und bildet einen halbkugeligen, nach links gewendeten Blindsack, den Magengrund. Vom Magengrund an verengert sich nach rechts hin der Magen allmählich bis zur Übergangsstelle in das Anfangsstück des Dünndarms, den Zwölffingerdarm. Diese Öffnung des Magens nach dem Darmkanal hin heißt der Pförtner des Magens, und wird von einer starken ringförmig verlaufenden Muskelfaserschicht umkreist. Die obere konkav verlaufende Grenzlinie des Magens zwischen

Magenmund und Pförtner heißt die kleine Krümmung, die untere, konvex verlaufende Grenzlinie die große Krümmung. Ist der Magen stark gefüllt, so erleidet er eine Achsendrehung derart, daß die große Krümmung nach vorn, die kleine nach hinten sieht.

Muskeln des Magens.

Mehrere Schichten von Faserzügen glatter Muskeln sind in die Magenwände eingebettet. Diese Muskelzüge verlaufen teils quer oder ringförmig um den Magen, teils in der Längsachse, teils in schräger oder schiefer Richtung. Der erwähnte Schließmuskel des Pförtners ist besonders stark entwickelt.

Fig. 340. Verlauf der Hauptmuskelfaserzüge des Magens.

Magenbewegungen.

Die Bewegungen, welche die Magenmuskeln ausführen, bezwecken 1. die eingeführten Speisen allseitig mit der Absonderung der Magenwände, dem Magensaft, in Berührung zu bringen. Zu diesem Behufe führen die Magenwände gegeneinander eine kreisförmig reibende Bewegung aus. Man kann sie sich ähnlich der Bewegung vorstellen, welche man mit den Handflächen ausführt, wenn man zwischen ihnen eine weiche zähe Masse zu einer Kugel formen will. Bei den körnerfressenden Vögeln werden durch diese Bewegung harte Körnerschalen zerdrückt: man sah, daß selbst verschluckte hohle Glaskugeln zerbrochen wurden. Allerdings zeigt auch ein solcher Vogelmagen eine verhältnismäßig ungeheuer dicke Muskelwand. Während bei weichen, leicht verdaulichen Speisen diese Magenbewegungen nur in leichtem Grade erforderlich sind, werden sie um so kräftiger sein müssen, je mehr es sich um härtere, nicht so leicht vom Magensaft durchdringliche Nahrungsmittel (grobes Brot, harte Gemüse und Salate u. dergl.) handelt. Solche Speisen dienen also auf diese Weise geradezu zur Übung und Kräftigung der Magenmuskulatur.

2. Die andere Art von Magenbewegungen bezweckt die Fortbewegung des Mageninhaltes in den Darmkanal. Diese Bewegung, schubweise erfolgend, schnürt den Magen fortlaufend vom Magengrund nach dem Pförtner hin ein, dessen Schließmuskel bei jedem Schub erschlafft, um Mageninhalt in den Darmkanal passieren zu lassen. Gewöhnlich hat der Magen bis zur fünften Stunde nach der Aufnahme einer Mahlzeit auf diese Weise seinen Inhalt weiter befördert.

Erbrechen.

3. Sucht sich der Magen seines Inhaltes zu entledigen, während der Schließmuskel des Pförtners fest zusammengezogen ist, so nimmt der Mageninhalt seinen Weg zurück durch Magenmund, Speiseröhre usw. Gewöhnlich ist es nicht nur die Zusammenziehung der Magenwände allein, welche das Erbrechen veranlaßt, sondern es tritt beim Brechakt die Bauchpresse in kräftiger Weise mit in Tätigkeit. Dies namentlich, wenn der Mageninhalt sehr geringfügig ist, und es starker Anstrengung bedarf, um aus dem erschlafften und entleerten Organ noch kleine Mengen von Flüssigkeit, Speisebrei oder Schleim herauszupressen.

§ 193. Die Magenschleimhaut und die Magenverdauung.

Magenschleimhaut.

Die **Magenschleimhaut** ist außerordentlich blutreich und enthält dichtgedrängt zahlreiche meist schlauchförmige Drüsen, von denen die **Labdrüsen**, die am dichtesten im Magengrund vorkommen, besonders hervorzuheben sind. Man hat ihre Zahl auf fünf Millionen beim Erwachsenen bestimmt (Fig. 341).

Magensaft.

Die Drüsen der Magenschleimhaut sondern einen klaren farblosen Saft, den **Magensaft** ab. Er ist besonders reichlich während der Verdauung vorhanden, während bei ganz leerem Magen kein Magensaft abgesondert wird. Die Menge des abgesonderten Magensaftes hat man auf 500 g in $^1/_2$ Stunde bestimmt, auf 6—6,5 kg in 24 Stunden. Die hervorstechendsten und wirksamsten Bestandteile des Magensaftes sind: 1. **Pepsin** und 2. **freie Salzsäure.**

Das Pepsin ist bei Anwesenheit von Salzsäure imstande, Eiweiß in Pepton zu verwandeln, d. h. **das Eiweiß der Nahrung** in eine lösliche Form überzuführen, die ins Blut gelangt und zum Ersatz der verbrauchten Eiweißstoffe des Körpers verwendet werden kann.

Magenverdauung.

Der Magen hat also die Fähigkeit, die Eiweißstoffe der Nahrung, tierische wie pflanzliche, zu verdauen. Jedoch werden die verschiedenen Eiweißstoffe je nach ihrer Form und ihrer Zubereitung verschieden schnell verdaut.

Fig. 341. Querschnitt durch die Magenschleimhaut. — Gr = Grübchen an der Oberfläche der Schleimhaut, L = Labdrüse, S = Saug- oder Lymphgefäße, Ss = Lymphgefäßstämmchen.

Kaum oder gar nicht werden stärkemehlhaltige Stoffe und Fette im Magensaft verändert. Die völlige Verdauung dieser findet also erst im Darmkanal statt.

Fig. 342. Übergang des Dünndarms in den Dickdarm. Die vordere Wand des Blinddarms ist abgetragen, um einen Blick in das Innere zu erhalten.

§ 194. Der Darmkanal.

Darmkanal.

Der am Pförtner des Magens beginnende und am After endende Darmkanal stellt einen Schlauch dar, der beim Erwachsenen etwa fünfmal so lang ist als der Körper. Der weitaus größte Teil dieser Länge entfällt auf den **Dünndarm**, der 5,8—6,5 m beim Erwachsenen lang ist. Der Anfangsteil des Dünndarms, etwa 12 Querfinger breit und nach rechts hin hufeisenförmig gebogen, heißt der **Zwölffingerdarm.** In ihn münden

Dünndarm.

Zwölffingerdarm.

die beiden größten Drüsen des Körpers, die Leber und die Bauchspeicheldrüse, um ihre Absonderungsflüssigkeiten, die Leber mittels des Gallenganges die Galle, die Bauchspeicheldrüse mittels des Bauchspeicheldrüsenganges den Bauchspeichel, in den Darmkanal zu ergießen. Der Dünndarm bildet in seiner ganzen Länge ein zylindrisches Rohr mit einem Durchmesser von 3—4 cm, welches in zahlreichen Windungen die Bauchhöhle ausfüllt und mittels des Gekröses an der Wirbelsäule aufgehangen ist.

Dickdarm.

In der rechten Darmbeingrube geht der Dünndarm über in den Dickdarm (s. Fig. 342,) in welchen er im rechten Winkel einmündet. An der Übergangsstelle bilden zwei quere Falten der Schleimhaut die Bauhinische Klappe. Das Anfangsstück des Dickdarms bildet eine rundliche Aussackung, der Blinddarm. Am Blinddarm hängt ein kaum kleinfingerdicker wurmförmiger Fortsatz, der Wurmfortsatz. Im Blinddarm fest angehäufte Kotmassen, feste, in den Wurmfortsatz gelangte Körper (z. B. verschluckte Kirschen- oder Pflaumenkerne) oder Kotkrümel u. dergl. können gefährliche Erkrankung dieser rechts über der äußeren Hälfte des Poupartischen Bandes gelegenen Gegend veranlassen: die Blinddarmentzündung. — Der Dickdarm ist fast doppelt so weit als der Dünndarm. Das Stück zwischen Blinddarm und Mastdarm heißt auch Grimmdarm. Er steigt in der rechten Bauchseite senkrecht empor bis unter die Leber, verläuft dann quer nach links, und wendet sich vom unteren Ende der Milz in der linken Bauchseite nach abwärts, um mittels der S-förmigen Krümmungen nach hinten zum Kreuzbein zu gelangen und als Mastdarm am After zu enden.

Blinddarm und Wurmfortsatz.

Fig. 343. Ein Stück Dünndarmschleimhaut bei Vergrößerung mit starker Lupe. Zahlreiche Darmzotten, in der Mitte eine Lymphdrüse.

Mastdarm.

Die Schleimhaut (Fig. 343) des Darmkanals ist außerordentlich reich an Drüsen, welche den Darmsaft absondern. Dadurch, daß diese Schleimhaut nicht nur zahlreiche Querfalten bildet, sondern sich in zahllose feine Zotten erhebt, wird ihre Oberfläche außerordentlich vergrößert.

Die Muskulatur des Darmrohrs wirkt ähnlich fortbewegend auf den Darminhalt, wie die Muskulatur der Speiseröhre.

§ 195. Leber und Bauchspeicheldrüse.

Leber.

Die Leber ist das größte und schwerste der Baucheingeweide; sie liegt dicht unter dem Zwerchfell im rechten Unterrippenraum mit dem rechten, größeren Leberlappen, während der kleinere Leberlappen über die Mittellinie des Körpers hinaus nach links reicht. Die Leber ist fest, von bräunlicher Farbe, und beim Erwachsenen im Mittel 1,6 kg schwer. Der obere und hintere Rand der Leber ist dick und stumpf, der vordere, unter dem rechten Rippenbogen sowie unterhalb des Schwertfortsatzes bis zum Anfang des linken Rippenbogens hin hervorkommend, ist dünn und scharf. Auf der unteren Fläche der Leber treten die zu- und abführenden Blutgefäße der Leber ein und aus; hier liegt ferner die Gallenblase, deren Ausführungsgang sich mit dem direkt aus der Leber kommenden Lebergang zum Gallengang vereint, um in den Zwölffingerdarm zu münden und in diesen die Galle zu ergießen.

Gallenblase und Gallengang.

Galle.

Die Galle ist eine braungrüngefärbte Flüssigkeit von stark bitterem Geschmack. Unter ihren Bestandteilen sind die Gallensäuren und die Gallenfarbstoffe die hervor-

stechendsten. Die Gallenfarbstoffe geben den Kotausscheidungen ihre bezeichnende braune Farbe. Ist — z. B. durch Verstopfung des Gallenganges — der Abfluß der Galle in den Darm verhindert, so tritt Gallenfarbstoff rückwärts ins Blut über; die Haut, die Bindehaut des Auges usw. färbt sich stark gelb, der Harn wird dunkelbraun, sein Schaum ist zitronengelb, während der Kot ganz hell, weißlich, hart und fettreich wird. Dieser Zustand wird Gelbsucht genannt. — Die Menge der täglich abgesonderten Galle schätzt man im Mittel auf 500 g. Die Galle trägt zur Verdauung der Fette bei. Im übrigen ist die Leber eine Art Vorratskammer des Körpers, in der Kohlehydrate (Glykogen) und Fett, vielleicht auch Eiweißstoffe abgelagert werden, die dann dem Körper nach Bedarf allmählich zukommen.

Bauchspeicheldrüse.

Die Bauchspeicheldrüse, von länglicher Form, ist in querer Richtung hinter dem Magen gelagert. Ihr Kopf ist von der hufeisenförmigen Windung des Zwölffingerdarms umgeben. Der Ausführungsgang, welcher den farblosen Bauchspeichel (seine tägliche Menge wird auf 200 – 350 g geschätzt) dem Darmkanal zuführt, mündet im Zwölffingerdarm dicht neben der Mündung des Gallenganges.

Darmverdauung.

§ 196. Darmverdauung.

Für die weitere Verdauung des aus dem Magen in den Darm fortbewegten Speisebreis innerhalb des Dünndarms kommen als wesentlich in Betracht: 1. der Bauchspeichel, 2. die Galle und 3. in geringerem Maße der von den Darmdrüsen abgesonderte Darmsaft.

Bauchspeichel.

Der Bauchspeichel besitzt zunächst, und zwar in viel höherem Grade als der Mundspeichel, die Fähigkeit, Stärke in Dextrin und Zucker umzuwandeln und löslich zu machen. Des ferneren vermag der Bauchspeichel Eiweißstoffe in Peptone zu verwandeln, gleichwie der Magensaft, und endlich führt er Fettstoffe der Nahrung in feinste Verteilung über (Emulsion) und spaltet sie in Glyzerin und Fettsäuren.

Galle.

Die Galle hat die Fähigkeit, Fettsäuren zu verseifen, d. h. löslich zu machen; sie regt die Darmmuskulatur zur Tätigkeit, d. h. zur Fortschaffung der unverdauten Massen an und macht letztere weich und schlüpfrig; endlich schränkt die Galle die faulige Zersetzung des Speisebreis im Darm ein. Die in den Darm ergossene Gallenflüssigkeit wird zum Teil mit dem Kot ausgeschieden, der ja durch die Gallenbeimengung seine Färbung erhält; ein Teil, wozu namentlich die Gallensäuren gehören, wird im Dünndarm wieder aufgesogen.

Darmsaft.

Dem eigentlichen Darmsaft kommt neben dem Bauchspeichel und der Galle ebenfalls eine verdauende Wirkung, namentlich auf Eiweiß und stärkemehlhaltige Stoffe zu. —

Im Dickdarm sind Absonderung und Verdauung nur noch in geringfügigem Grade vorhanden, um so stärker ist die auffaugende Tätigkeit. Erst im unteren Abschnitt des Dickdarms werden die Auswurfstoffe, d. h. der Kot, fester und geformt. Die Masse des entleerten Kotes beträgt im Durchschnitt 170 g in 24 Stunden, kann jedoch bei reichlicher Aufnahme namentlich schwer verdaulicher Nahrung bis auf 500 g täglich anwachsen. Fleisch-, Eier- und Milchnahrung gibt die wenigsten, Pflanzenkost die meisten festen Rückstände.

§ 197. Aufsaugende Tätigkeit der Verdauungsorgane.

Aufsaugende Tätigkeit der Verdauungsorgane.

Wie die Schleimhaut der Verdauungsorgane allenthalben verdauende Säfte absondert und dem durchtretenden flüssigen Speisebrei beimischt, so ist sie auch ausgerüstet, die verdauten Substanzen aus dem Speisebrei aufzusaugen.

Diese Aufsaugung geschieht durch die Haargefäße und die Lymph- oder Chylusgefäße der Schleimhaut. – Im Magen können Salz- und Zuckerlösungen, Alkohollösungen sowie Gifte und Arzneistoffe zur Aufsaugung gelangen.

Am bedeutendsten ist indes die Aufsaugung in den Zotten des Dünndarms (s. Fig. 344). Jede dieser Zotten besitzt in ihrer Achse einen Lymphraum, der sich durch die bedeckende Zellschicht der Zotte hindurch vollsaugt mit gelösten Eiweißstoffen (Peptonen), gelösten Kohlehydraten und in Lösung befindlichen verseiften Fetten. Der Inhalt der kleinen Lymphgefäße der Darmzotten wird in die Lymphgefäße der Darmwand dadurch weiter fortbewegt, daß sich die Zotte durch die Tätigkeit ihrer organischen Muskelfasern zusammenzieht. Zu den größeren Lymphröhrchen, und schließlich zum Milchbrustgang wird der Milchsaft weiter bewegt durch Muskelzusammenziehung der Wände der Lymphröhrchen. Klappen in den Lymphgefäßen – ähnlich den Klappen der Venen oder Blutadern – gestatten dem Inhalt eine Fortbewegung nur nach einer Richtung, nach der Ausmündung in den Blutstrom. Auch die Atembewegungen üben eine ansaugende, den Lymphstrom im Milchbrustgang fördernde Wirkung bei der Einatmung aus.

Fig. 344. Eine Dünndarmzotte, in der Mitte der Lymphgang, von glatten Muskelfasern umgeben.

§ 198. Die Milz. (Fig. 345.)

Milz.

Die Milz ist ein violettrötlicher Körper von glatter ovaler Form, etwa 13 cm lang, 9 – 10 cm breit und 3 – 4 cm dick. Ihre Gestalt ist mit der einer Kaffeebohne verglichen worden. Die Milz liegt im linken Unterrippenraum zwischen Magengrund und Zwerchfell. Ihr Bau ähnelt dem Bau der Lymphdrüsen. Die Milz ist eine Blutgefäßdrüse, und steht zur Blutbereitung in Beziehung. Es werden in ihr weiße Blutkörperchen gebildet, und verbrauchte rote Blutkörperchen eingeschmolzen. Während der Verdauung zeigt sich die Milz stets etwas angeschwollen.

Starke dauernde Schwellung zeigt die Milz bei bestimmten Krankheiten, so bei Sumpffieber (Malaria und Tropenfieber), beim Typhus u. a.

Milzstechen.

Ob das sogenannte Milzstechen bei heftigem und andauerndem Lauf durch eine plötzliche Blutüberfüllung und Schwellung der Milz verursacht wird, oder ob dieser Schmerz als Muskelschmerz des angestrengten Zwerchfells zu deuten ist, sei dahingestellt. Bekannt ist das Märchen, daß den Läufern morgenländischer Herrscher, welche bei Ausfahrten und Aufzügen voraufzulaufen und große Dauerleistungen auszuführen hatten, die Milz ausgeschnitten worden sei.

Fig. 345. Die Milz mit zu- und abführendem Blutgefäß.

Grundstoffe der Ernährung.

§ 199. Grundstoffe der Ernährung.

Die Lebensvorgänge in unserem Körper bedingen einen steten Stoffverbrauch. Bei noch wachsendem Körper ist die Zufuhr geeigneter Stoffe notwendig, um in allen Organen neue Gewebe aufzubauen; beim Körper des Erwachsenen ist die Erhaltung der steter Abnutzung unterworfenen Organe zu sichern; stetig ist der Bedarf vorhanden zur ausreichenden Aufnahme solcher Stoffe, die reich sind an auslösbarer Spannkraft, um die Bildung von Wärme und mechanischer Arbeit zu ermöglichen. Den zur Auslösung dieser Spannkräfte im Körper nötigen Sauerstoff beziehen wir durch die Atmung, im übrigen ist die aufzunehmende Nahrung bestimmt, jenen Stoffverbrauch zu decken.

In der menschlichen Nahrung müssen enthalten sein:

Eiweißkörper.

1. Tierische oder pflanzliche Eiweißkörper. Sie sind beteiligt an der Bildung von Wärme und Kraft, und sind unersetzlich zum Aufbau und zur Erhaltung der Organe des Körpers.

Fette und Kohlenhydrate.

2. Fette und Kohlehydrate. Die Fette sind teils tierischen Ursprungs (Talg; Schmalz; Butter; Tran), teils pflanzlichen (Kakaobutter; Palmöl; Olivenöl; Rüböl; Erdnußöl usw.). Die Kohlehydrate entstammen mit Ausnahme des Milchzuckers lediglich dem Pflanzenreich (Trauben-, Rohr- und Malzzucker; Stärke; Dextrin oder Stärkegummi; Pektinstoffe; Glykogen usw.). Die Fette sowohl wie die Kohlehydrate dienen der Erzeugung von Wärme und mechanischer Arbeit.

Wasser.

3. Wasser. Es macht 60% der Masse unseres Körpers aus. Genügende Wasserzufuhr ist für alle Lebensvorgänge geboten, weil diese nur bei bestimmter Verflüssigung, Lösung oder Quellung der anderen Grundstoffe der Nahrung unterhalten werden können.

Salze.

4. Salze. Sie sind für den Aufbau und Bestand der Gewebe unerläßlich. Ihr Verbrauch bedingt stetigen Ersatz. —

Wird von diesen Nahrungsstoffen dem Körper genau soviel zugeführt, als er verbraucht, so spricht man von einem Gleichgewicht des Stoffwechsels. Zur Zeit des Wachstums ist über die zum Ersatz nötige Menge hinaus noch ein Mehr von Nahrungsstoffen erforderlich zum Aufbau neuer Körpergewebe.

Reservestoffe.

In unseren Geweben können sich aber auch über den Bedarf hinaus Reservestoffe anlagern. Den weitaus überwiegenden Teil dieser Reservestoffe bildet das Fett des Körpers. Dazu kommt das Glykogen, ein zu den Kohlehydraten gehöriger Körper, in der Leber und in den Muskeln, sowie im Blute befindliches und zirkulierendes Eiweiß. Diese Reservestoffe werden dann in den Stoffwechsel einbezogen und verbrannt, wenn der Bedarf durch die aufgenommenen Nahrungsstoffe im Körper sich nicht decken läßt. Wären in solchem Falle keine Reservestoffe vorhanden, so müßte die lebende Substanz der Körpergewebe zur Erzeugung von Wärme und lebendiger Kraft umgesetzt und eingeschmolzen werden. Die Reservestoffe bilden somit einen Schutz für die Gewebs- oder Baustoffe des Körpers.

Hunger- und Durstgefühl.

Die Gefühle des Hungers und des Durstes sind ein Regulator für die Ernährung. Denn sie bringen die Notwendigkeit erneuter Nahrungs- oder Wasser-Aufnahme zum Bewußtsein. Wie groß der Ersatz für den Verbrauch durch den Stoffwechsel sein muß, das läßt sich aus den Ausscheidungen des Körpers, als den Endprodukten des Stoffwechsels, feststellen.

Grundstoffe.

Unsere Nahrungsstoffe sind in der Hauptsache zusammengesetzt aus Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Der Stickstoff ist neben den drei

anderen genannten Grundstoffen nur in den Eiweißkörpern unserer Nahrung enthalten, während die Fette sowohl als die Kohlehydrate lediglich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen.

Von diesen Grundstoffen sind hinsichtlich der umgesetzten Menge mit Sicherheit in den Körperausscheidungen zu bestimmen der Stickstoff und der Kohlenstoff. Der Stickstoff der verbrauchten Eiweißkörper wird fast gänzlich im Harnstoff durch den Harn, der Kohlenstoff hauptsächlich durch die Lungen mit der Ausatmungsluft in Form von Kohlensäure ausgeschieden. Aus der Menge des ausgeschiedenen Stickstoffs und Kohlenstoffs läßt sich die Menge der im Körper umgesetzten stickstoffhaltigen und stickstofflosen Stoffe berechnen. Sollen Ausgabe und Einnahme sich decken und Gleichgewicht des Stoffwechsels vorhanden sein, so muß die einzuführende Nahrung mindestens so viel Stickstoff und Kohlenstoff enthalten als im Harn und mit der Atmung ausgeschieden werden.

Gleichgewicht des Stoffwechsels.

Dies Gleichgewicht des Stoffwechsels oder die Stoffwechselbilanz bewegt sich für jeden Einzelnen innerhalb gewisser Grenzen, zeigt eine Mindest- und eine Höchstgrenze. Sinkt die Zufuhr unter die Mindestgrenze herab, so erfolgt Abnahme des Körpergewichts und namentlich Verarmung des Körpers an Eiweiß. Denn wenn zum Unterhalt der Lebensvorgänge die Nahrungsmenge nicht genügt, müssen die Bestände des Körpers angegriffen werden. Steigt die Zufuhr zur Höchstgrenze hinan, so findet vermehrter Ansatz, d. h. Gewichtszunahme des Körpers statt. Über die Höchstgrenze der Stoffwechselbilanz hinausgehender Überschuß wird vom Körper nicht mehr aufgenommen, sondern unverdaut als Ballast wieder entleert.

Mit Zunahme des Körpergewichts steigt auch die Stoffwechselbilanz: bei größerem Körpergewicht muß stets ein entsprechendes Mehr von Nahrungsstoffen aufgenommen werden.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die beste Mischung der Nahrungsmittel diejenige ist, wo auf einen Teil stickstoffhaltiger Nahrung $3^1/_2$ bis höchstens $4^1/_2$ Teile stickstoffloser Nahrungsstoffe kommen. Das für den Erwachsenen im Mittel beste tägliche Kostmaß hat v. Voit festgestellt auf:

Kostmaß.

Eiweißstoffe	118 g,
Fett	56 g,
Kohlehydrate	500 g.

Dabei ist eine nur mittlere Tagesarbeit angenommen. Bei schwerer Arbeit steigt der Bedarf an Eiweißstoffen und namentlich auch der an Fett.

Bei Berufsarten mit sehr geringer körperlicher Bewegung ist auch das nötige Kostmaß entsprechend geringer; sehr stark fällt es im höheren Alter.

Da das Kostmaß sich bei größerem oder geringerem Körpergewicht verschieden berechnet, so hat man für den wichtigsten Nahrungsstoff, das Eiweiß, dieses Maß auf die Gewichtseinheit von 1 kg des Körpers in 24 Stunden festgestellt. Und zwar wird als tägliches Umsatz-Kostmaß für den Verbrauch des Eiweißes angegeben:

1,725 g bei leichter und mittlerer Arbeit (Bleibtreu und Bohland)
2,0 – 2,5 g bei schwerer Arbeit (Hueppe).

Insoweit das Eiweiß bestimmt ist, den Stickstoffbedarf des Körpers zu decken, kann sein Kostmaß nicht ohne Verringerung des Eiweißgehaltes des Körpers herabgesetzt werden. Immerhin ist es möglich, mit einem geringeren Kostmaß von Eiweiß, als dem von Voit angegebenen, ohne Verlust an Leistungsfähigkeit im Stickstoff Gleichgewicht zu bleiben.

Vertretung der Nährstoffe untereinander.

Anders verhält sich die Sache hinsichtlich der Verbrennungswärme der Nährstoffe. Hier kann in der Tat eine Vertretung der verschiedenen Nährstoffe untereinander stattfinden derart, daß für eine bestimmte Menge eines Nährstoffes ein anderer Nährstoff eintritt, und zwar soviel, daß die chemische Spannkraft oder die Verbrennungswärme die gleiche bleibt. So kann z. B. ein Teil Fett in der Nahrung durch die $2^1/_2$ fache Menge von Zucker vertreten werden.

Den größten Heizwert unter den Nährstoffen besitzt das Fett, welches im Verhältnis am reichsten an Kohlenstoff ist.

100 g Fett erzeugen bei Umsatz im Körper die gleiche Verbrennungswärme wie
229 g trockene Stärke,
235 g Rohrzucker,
235 g Muskelfleisch (d. h. die trockene Faser),
243 g Milchzucker,
255 g Traubenzucker,

oder wenn wir den wasserhaltigen natürlichen Zustand zugrunde legen, wobei zu bemerken ist, daß das Fett den konzentriertesten aller Nahrungsstoffe darstellt, so haben gleichen Heizwert für den Körper:

Fett	100 g,
Rohzucker	235 g,
Brot	336 g,
Fleisch	978 g,
Kuhmilch	1400 g.

In diesem Verhältnis kann zur Wärmeerzeugung Fett durch eine mehrfache Menge von Kohlehydraten oder Eiweißstoffen, und umgekehrt können letztere durch Fett vertreten werden. Es kann sich mithin die oben angegebene Mischung der Nährstoffe zum täglichen Kostmaß zeitweilig ändern, namentlich hinsichtlich der Mengen des Fetts und der Kohlehydrate. Nur soll das Kostmaß nicht eiweißärmer werden, so daß der Eiweißgehalt des Körpers abnimmt.

§ 200. Die Hauptnahrungsstoffe und ihre Zusammensetzung.

Hauptnahrungsstoffe und ihre Zusammensetzung.

Wenn wir die Frage entscheiden sollen, mit welchen der gebräuchlichen Nahrungsstoffe wir am ehesten und besten das oben angegebene Kostmaß erreichen, so ist es nötig, daß wir uns vorher die Zusammensetzung der hauptsächlichsten Nahrungsmittel kurz vor Augen führen.

Tierische Nahrungsmittel.

Wir teilen sie ein in tierische und pflanzliche Nahrungsmittel.

Die tierischen Nahrungsmittel bestehen vorwiegend aus Eiweiß, Fett und Wasser, wozu dann noch die als Asche bezeichneten Salze hinzukommen. Kohlehydrate sind in den tierischen Nahrungsmitteln nur enthalten in der Milch (als Milchzucker) sowie in den aus der Milch hergestellten Produkten z. B. im Käse; hier indes in geringfügiger Menge. Bei einzelnen Fleischwaren, wie z. B. der Wurst, sind pflanzliche Kohlehydrate (Mehl) als Bindemittel künstlich beigemischt.

Pflanzliche Nahrungsmittel.

Die pflanzlichen Nahrungsmittel enthalten bald mehr bald weniger Eiweiß, meist sehr geringe Fettmengen (dagegen bestehen die pflanzlichen Öle aus reinem Fett), und vor allem einen hohen Gehalt an Kohlehydraten, sowie an Wasser. Zu den Aschen oder Salzen tritt hier noch hinzu die (unverdauliche) Holzfaser.

Nachstehende Übersicht gibt die Zusammensetzung einer Reihe von Nahrungsmitteln in Prozenten an. Die Ziffern der verschiedenen Untersucher weichen nur unerheblich voneinander ab. Die hier gegebenen sind der graphischen Darstellung von Prof. König in Münster entnommen.

	Wasser %	Eiweiß %	Fett %	Kohlehydrate %	Asche %	Holzfaser %
I. Tierische Nahrungsmittel.						
Mageres Ochsenfleisch	76,5	21,0	1,5	–	1,0	–
Sehr fettes Ochsenfleisch	55,5	17,0	26,5	–	1,0	–
Mageres Kalbfleisch	78,0	20,0	1,0	–	1,0	–
Fettes Schweinefleisch	47,0	14,5	37,5	–	1,0	–
Sehr fettes Hammelfleisch	48,0	15,0	36,0	–	1,0	–
Wild	75,5	22,5	1,0	–	1,0	–
Schweineschmalz	0,7	0,3	99,0	–	–	–
Schellfisch	81,0	17,0	0,4	–	1,6	–
Hering	46,4	19,0	18,1	–	16,5	–
Hühnerei	74,5	13,5	11,0	–	1,0	–
Kuhmilch	87,5	3,4	3,6	4,8	0,7	–
Butter	14,5	0,6	83,3	0,6	1,0	–
Halbfetter Käse	43,2	27,2	23,7	1,5	4,4	–
II. Pflanzliche Nahrungsmittel.						
Feines Weizenbrot	36,0	7,0	0,5	55,2	1,0	0,3
Roggenbrot	42,0	6,0	0,5	49,5	1,5	0,5
Bohnen (und Erbsen)	14,0	23,0	2,0	53,5	3,3	4,0
Reis	13,0	8,0	1,0	76,5	1,0	0,5
Weizenmehl	13,0	10,0	1,0	75,2	0,5	0,3
Kartoffeln	75,5	2,0	–	20,7	0,8	1,0
Spinat	88,0	2,5	0,5	6,0	2,0	1,0
Mohrrüben	88,0	1,6	–	9,0	1,0	1,0
Salat	94,0	1,5	0,5	2,0	1,0	1,0
Frisches Obst	85,0	0,5	–	10,0	0,5	4,0
Baum-(Oliven-)Öl	1,0	–	99,0	–	–	–

Schon diese Übersicht zeigt, daß bei den tierischen Nahrungsmitteln – abgesehen von Schmalz, Butter, Käse und sehr fettem Fleisch – der Eiweißgehalt deren besonderen Charakter als Nahrungsmittel bestimmt; bei den pflanzlichen Nährstoffen – abgesehen vom Pflanzenöl – der Gehalt an Kohlehydraten. Neben diesen bilden die tierischen und pflanzlichen Fette eine besondere Gruppe. Dies läßt darauf schließen, daß eine Mischung der Nahrungsmittel aus tierischen und pflanzlichen Nahrungsstoffen am geeignetsten ist, um die Nahrung so zusammenzusetzen, daß sie daß mittlere Kostmaß von Eiweißstoffen, Fett und Kohlehydraten enthält. — Erfahrungsgemäß ist zudem eine möglichste Abwechselung in der Kost nicht nur am bekömmlichsten, sondern auch geradezu ein Bedürfnis. Andererseits wissen wir, daß in der gewohnheitsmäßigen Ernährung bei den verschiedenen Völkern, ja auch bei den verschiedenen Berufsarten, ganz außerordentliche Unterschiede bestehen, welche dartun, in wie hohem Maße der Mensch an verschiedene Lebensbedingungen sich anzupassen vermag. Es gab und gibt Völkerschaften, welche so gut wie ausschließlich von den Erzeugnissen der Viehzucht, der Jagd und des Fischfanges, d. h. von tierischen Nahrungsmitteln leben. Andererseits ernähren sich große Völker lediglich von pflanzlicher Nahrung. Bei den großen Kulturvölkern des Erdkreises ist aber so gut wie stets die Nahrung eine gemischte, aus tierischen wie pflanzlichen Nahrungsmitteln bestehende gewesen.

Ausnutzung der Nahrungsmittel.

§ 201. Ausnutzung der Nahrungsmittel.

Für die Ernährung kommt indes nicht lediglich die prozentische Zusammensetzung der Nahrungsmittel in Betracht, sondern auch ihre Verdaulichkeit, d. h. die Ausnutzung. Gut ausgenutzt werden bei richtiger Zubereitung Fleisch, Milch und Eier. Anders liegt schon die Sache bei den pflanzlichen Nahrungsstoffen. Hier ist namentlich das pflanzliche Eiweiß vielfach in Zellhüllen aus Holzstoff eingeschlossen, welche für die Verdauungssäfte undurchdringlich sind. Daher kommt es, daß von dem Pflanzeneiweiß große Mengen — bei einzelnen pflanzlichen Nahrungsmitteln bis zu 40% und darüber — unverdaut und ungenutzt die Verdauungsorgane passieren. Manche Pflanzennährstoffe, z. B. ganz frisches Brot, unterliegen im Magen- und Darmkanal leicht der Buttersäuregärung, erzeugen dort Gasanhäufung, Leibschneiden und dünne Darmentleerungen, mit denen reichlich Nahrungsstoffe unverdaut abgehen.

Folgende Übersicht gibt Rubner über die Ausnutzung einer Reihe von Nahrungsmitteln.

Es werden nicht ausgenutzt:	Von der Trocken-Substanz: %	Von dem darin enthalt. Eiweiß: %	Von den darin enthalt. Kohlenhydraten. %
Fleisch	5,3	2,6	—
Eier	5,2	2,6	—
Milch	8,8	7,1	—
Milch und Käse	6,4	3,8	—
Erbsen	9,1	17,5	3,6
Eiweißreiche Maccaroni	5,7	11,2	2,3
Brot aus feinstem Mehl	4,0	20,0	1,1
Brot aus gröberem Mehl	6,7	24,6	2,6
Kleienbrot	12,2	30,5	7,4
Mais	6,7	15,5	3,2
Reis	4,1	20,0	0,9
Wirsing	14,9	18,5	15,4
Gelbe Rüben	20,7	39,0	17,2
Kartoffeln	9,4	32,2	7,6

Sehr gut werden dagegen ausgenützt die tierischen und die pflanzlichen Fette, namentlich Butter, Schmalz und Olivenöl.

Zubereitung der Speisen.

§ 202. Zubereitung der Speisen.

Für die Ausnutzung der in unseren Speisen enthaltenen Nährstoffe ist die Zubereitung der Speisen von Wichtigkeit. Neben dem Aussehen und der Konsistenz der Speisen kommt es hier vor allem auf eine angenehme Erregung der Geruchs- und Geschmacksnerven an. Viele Speisen erhalten erst durch die Zubereitung, namentlich das Kochen oder Braten, ihren charakteristischen Wohlgeruch. Man denke nur an den Unterschied der in dieser Hinsicht zwischen rohem und gebratenem Fleisch besteht. Namentlich macht sich der Speiseduft bemerkbar in den Dämpfen einer warm zubereiteten und aufgetragenen Speise. Das so erweckte Wohlgefühl steigert nicht nur die Eßlust, sondern bewirkt auch durch Nervenerregung eine stärkere Absonderung von Mundspeichel (daher die Redensart, daß beim Anblick und Geruch besonders appetitlicher Dinge das Wasser im Munde zusammenläuft), sowie von Magensaft, was eine wesentliche Förderung der Verdauung bedeutet.

Insoweit die Zubereitung der Speisen (Entbluten des Fleisches, Auslaugen der Gemüse u. dgl.) den Nahrungsstoffen die durchaus wichtigen Salze entzieht, sind diese, namentlich das Kochsalz, den Speisen wieder zuzusetzen oder anderweitig (Obst) der Nahrung beizufügen. Der Salzgehalt der Nahrung ist aber auch wichtig für die Schmackhaftigkeit der Speisen. Daneben üben die Würzen der Speisen einen ausgesprochenen Einfluß auf die Geschmacksnerven aus. Allerdings in günstiger Weise nur, wenn die Menge der Gewürze auf ein bestimmtes geringes, durch die Erfahrung festgestelltes Maß beschränkt bleibt. Andernfalls vermag zu starke Zutat von Gewürzen nicht nur den Geschmack der eigentlichen Speise zu verdecken (daher in Kosthäusern solche Speisen, deren Geschmack nicht mehr zweifelsohne, mit scharfem Gewürz hergerichtet zu werden pflegen!), sondern setzt auch an Stelle der bloßen Anregung der Mund- und Magenschleimhaut heftigere Reizung derselben.

Salze und Gewürze.

Die Wärme der Speisen hat — wenn ein gewisser bei 40—45° R liegender Wärmegrad, über den hinaus die Speisen als „heiß“ ungenießbar werden, nicht überschritten wird — nicht nur die Hervorbringung eines stärkeren Geruchs oder Duftes für sich. Die Wärme der Speisen hält auch die darin enthaltenen Fette flüssig und macht damit die Fette genießbarer und schmackhafter. Auch andere Stoffe, wie z. B. Stärkekörper, die sich beim Kochen lösten, aufquollen und weich wurden, werden nach dem Erkalten wieder fester, hart, und büßen an Wohlgeschmack ein. Die Wärme der eingeführten Speisen wirkt angenehm erregend auf die Empfindungsnerven der Magenwände, und fördert die für die Verdauung wichtige Blutfülle der Magenschleimhaut.

Temperatur der Speisen und Getränke.

Im Gegensatz dazu ziehen wir für manche Getränke, die wir genießen, eine kühle Temperatur vor. Ein Trunk reinen kalten Wassers wirkt auf die Magenschleimhaut ähnlich angenehm erfrischend, wie eine kalte Dusche auf die Haut. Wenig bekömmlich ist jedoch die vielfach bestehende Sitte, zu Ende einer größeren Mahlzeit nicht nur stark abgekühltes Getränk, sondern sogar Eis zu genießen. Zweifellos wird dadurch die Verdauungstätigkeit des Magens gestört, und naive Gemüter empfinden dies auch recht unangenehm. Da indes die üblichen Eisspeisen einen hohen Preis haben und nach der herrschenden Sitte oder Unsitte zu einem vornehmen Mahl die Eisspeise einfach hingehört — so kommt das Maß von Verkehrtheit nicht entsprechend zum Bewußtsein. Dazu kommt, daß solch rascher Wechsel von Wärme und Kälte den Zahnschmelz rissig macht, und das Verderben der Zähne beschleunigt. Indes auch dies macht wenig Eindruck in einem Zeitalter, wo Riesensummen und Haufen Goldes in künstlichen Gebissen und Zahnplomben angelegt werden.

Kann man doch geradezu von einer Entartung der Zähne beim heutigen Geschlecht sprechen. Welches immer die Gründe dieser Erscheinung sein mögen, jedenfalls ist hier darauf hinzuweisen, daß eine rechte Zahnpflege nicht nur stete regelmäßige Reinigung, und zwar am besten mit warmem Wasser, verlangt, sondern auch direkte Übung und Kräftigung. Eine solche Übung der Kauwerkzeuge stellt das mechanische Verkleinern härterer Nahrungsstoffe, z. B. von Brotrinde u. dgl. dar.

Zahnpflege.

Was für die Zähne gilt, gilt aber auch für die Schleimhäute des Magens und Darms. Die zum Teil unverdaulichen härteren Bestandteile der Nahrung, der Holzstoff der Pflanzenzellen, die Back- und Bratkrusten usw. wirken einen Reiz auf die Magen- und Darmschleimhaut aus, welcher eine lebhafte Absonderung von Verdauungssäften sowie Anregung von Darmbewegungen zur Fortschaffung des Darminhalts zur Folge hat. Auch hier liegt eine Art Übung für die Verdauungswerkzeuge vor. Mag es für den kranken Menschen eine Wohltat sein, ihm Nahrungsmittel zuführen zu können, welche die Verdauungstätigkeit im denkbar geringsten Maße beanspruchen — für den Gesunden ist solche Art der Ernährung grundsätzlich

Mechanischer Reiz der Speisen.

verkehrt, weil schließlich schadenbringend. Der stete Genuß von Nahrungsmitteln, welche mechanisch zu Brei- oder Pulverform verkleinert und durch chemische Einwirkung bereits bis zu einem gewissen Grade sozusagen vorverdaut sind, muß notwendigerweise Trägheit und schließlich Verkümmerung sämtlicher Verdauungsvorrichtungen im Körper nach sich führen. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob es sich um die Herrichtung tierischer (Pepton, Somatose, Plasmon, Eulactol usw.) oder pflanzlicher (Mehle, Protose oder Nußfleisch, Nußbutter u. dergl.) Nahrungsstoffe handelt, oder aus Mischungen beider (wie z. B. Tropon). Nichts drolliger als die Empfehlung und Anwendung solcher künstlichen Präparate von Leuten, welche eine besonders „naturgemäße" Lebensweise zu vertreten behaupten. Solche Dinge gehören, wie gesagt, in die Krankenstube: für die Verdauungswerkzeuge des Gesunden aber sind sie auf die Dauer verderblich.

Genußmittel.

§ 203. Die Genußmittel.

Unter Genußmitteln versteht man Nahrungsstoffe, bei welchen es weniger auf den eigentlichen Nahrungswert — der bei einzelnen Genußmitteln kaum oder gar nicht vorhanden ist — als auf eine angenehm erregende Wirkung der Geschmacksorgane wie des gesamten Nervensystems ankommt.

Daß die Zubereitung der Speisen, namentlich die Zugabe von Salzen und Gewürzen, sowie das Genießen der Speisen im warmen Zustand bereits derartige Anregung bezweckt, haben wir soeben ausgeführt. Ebendahin gehört auch das wichtige Bestreben, möglichste Abwechslung in den täglichen Speisen zu erwirken. Denn eine einförmige reizlose Kost mundet auf die Dauer niemand, mag die Kost im übrigen noch so nahrhaft sein.

Neben der eigentlichen Kost nehmen aber wohl alle Völker der Erde noch besondere Genußmittel zu sich, welche eine erregende und belebende Wirkung ausüben sollen.

Fleischbrühe.

Davon steht den gewohnten Nahrungsmitteln am nächsten die Fleischbrühe. Sie enthält, aus dem Fleisch ausgekocht, eine Reihe von Salzen und Stoffen des Muskelfleisches. Außer den löslichen Salzen, von denen die Kalisalze die Herztätigkeit steigern, sind namentlich einzelne der Muskelsubstanz eigentümliche Stoffe, wie Kreatin, Kreatinin, Inosin usw. zu erwähnen, da sie der Fleischbrühe ihre anregende Wirkung wohl zumeist verleihen. Ja man hat der Einverleibung dieser Stoffe in der Fleischbrühe die Fähigkeit zugeschrieben, nach körperlicher Ermüdung die Muskeln schneller erholen zu machen. Dies würde den Genuß einer guten Fleischbrühe nach anstrengender Dauerübung noch empfehlenswerter machen, als er es ohnehin schon ist.

Eine besondere Reihe von Genußmitteln zeichnet sich aus durch den Gehalt eines erregenden Alkaloidstoffes. Es sind dies der Kaffee, der Tee und der Kakao.

Kaffee.

Der erregende Stoff des Kaffees ist das Koffein, welches nur im Übermaß genommen giftige Wirkungen haben kann. Hierzu kommen noch einige durch das Brennen der Bohnen entstandene (empyreumatische oder) brenzliche Stoffe. Koffein ist allein im Bohnenkaffee enthalten, nicht in den sogenannten Kaffeesurrogaten (aus Zichorien, Eicheln, Feigen, Getreide, Malz usw.), deren Aufguß mit dem eigentlichen Kaffee nur die braune Farbe gemeinsam hat, die belebenden Wirkungen des Kaffees aber vermissen läßt. Das Koffein steigert besonders die Herztätigkeit und den Blutdruck und bewirkt vermehrte Harnabsonderung.

Tee.

Der wirksame Stoff des Tees ist das Tein, ein mit dem Koffein vollkommen identischer Körper. Dagegen entbehrt der Tee der brenzlichen Stoffe und

schmeckt dadurch milder als der Kaffee. Der Tee vermehrt die Hauttätigkeit und dadurch die Schweißbildung.

Kakao und Schokolade.

Der erregende Stoff des Kakaos, der gerösteten Frucht des Kakaobaumes, ist das Teobromin. Der Kakao enthält 45—49 Prozent Kakaobutter, 14—18 Prozent Stärke, und 13—18 Prozent Eiweiß, ist also nicht nur ein Genuß-, sondern auch ein wertvolles Nahrungsmittel – wenn auch leider ein viel verfälschtes. Zur Herstellung der Schokolade wird der Kakao noch mit Zucker und Gewürzen versetzt. Der Doppelwert der Schokolade als Genuß- und Nahrungsmittel, und ihre leicht transportable Form in trockenen Tafeln macht sie recht geeignet zum Mitführen bei Märschen, Bergbesteigungen, langen Radfahrten usw.

Der Genuß von Kaffee, Tee und Kakao hat sich in wenigen Jahrhunderten bei allen Kulturvölkern verbreitet und zum Bedürfnis entwickelt. Daß gerade diese Genußmittel geeignet sind, den Geist anzuregen und zu erfrischen, und daß sie zu größeren körperlichen und geistigen Leistungen befähigen, kann füglich nicht bezweifelt werden. Auch nicht, daß gerade den leistungsfähigeren Menschen solche Genußmittel am wenigsten entbehrlich scheinen. Die Klagen über die angeblichen Schäden namentlich des Kaffees für das Menschengeschlecht haben keine Berechtigung, solange nicht unvernünftig große Mengen von Kaffee in starkem Aufguß genommen werden. Oft aber haben derlei Anschuldigungen ihren letzten Grund darin, daß solche Menschenfreunde die Welt mit einem Ersatzmittel für den Kaffee, etwa mit Malz- oder Gerstenkaffee, beglücken möchten. –

Tabak.

Anders steht es mit einem weiteren Genußmittel, dem Tabak, welcher gleichfalls ein Alkaloid, und zwar ein recht giftiges, das Nikotin, enthält. Neben dem Nikotin sind noch eine Reihe anderer, namentlich sogen. brenzlicher Stoffe im Tabakrauch vorhanden und wirksam.

Daß das Rauchen für viele Menschen wertvolle Einwirkungen auf das Nervensystem besitzt, Erregungen dämpft, die Gedanken sammeln läßt, nach Anstrengungen erquickt und beruhigt und zu einer behaglichen Stimmung beiträgt, bedarf keiner Ausführung. Die Unterdrückung des Hungergefühls durch Tabakrauchen ist allerdings ein zweifelhafter Vorzug.

Den Vorzügen stehen aber auch schwerwiegende Nachteile gegenüber. Schnell vorübergehend sind die Übelkeit und das Erbrechen, womit der jugendliche Raucher meist den „Genuß" der ersten Zigarre büßt. Auch der Gewohnheitsraucher empfindet noch solche Übelkeit, wenn er einen schwereren und saftreicheren Tabak als den gewohnten zu rauchen versucht. Im übrigen ist das Maß der Anpassungsfähigkeit an den Tabakgenuß sehr verschieden. Indes selbst bei solchen, welche regelmäßig und viel rauchen, und vollständig widerstandsfähig gegen jede Giftwirkung der Beizstoffe des Tabaks zu sein scheinen, stellen sich oft Schädigungen durch den Tabak ein, namentlich Herzklopfen, Schwindelgefühl und Schlaflosigkeit. In seltenen Fällen auch Schwächung der Sehkraft.

Dem Nichtraucher ist natürlich die Verpestung der Luft durch Tabakqualm in Binnenräumen sehr lästig, erschwert ihm das Atmen und reizt ihn zum Husten.

Beim Tränieren zu sportlichen Leistungen ist das Rauchen mit Recht verboten, ja in englischen Sportklubs besteht die strenge Vorschrift, daß, wenn einzelne Mitglieder des Klubs im Tränieren sind, in den Klubräumen überhaupt von niemand geraucht werden darf.

Eine weitere Gruppe von Genußmitteln sind die alkoholhaltigen Getränke. Sie werden entweder direkt durch Vergärung gewonnen, oder durch Destillation (Brennen) aus gegorenen Getränken hergestellt.

Alkoholische Genußmittel.

Der wirksame Stoff der geistigen Getränke ist der Weingeist oder Alkohol (Äthylalkohol; Spiritus). Er entsteht aus Zucker oder zuckerartiger Substanz, indem der Zucker unter dem Einfluß von Hefe gärt und sich in Weingeist und Kohlensäure spaltet.

So unterliegt zur Herstellung von Bier das Gerstenmalz der Gärung, zur Herstellung von Wein der Traubenzucker; ebenso können Fruchtzucker, Rohrzucker, das in gärungsfähige Zuckerarten umgewandelte Stärkemehl der Kartoffel, des Getreides, der Reis, der Sago usw. vergoren und zur Herstellung von Branntwein der Destillation unterworfen werden. Dabei entsteht aus der Gärung nicht immer nur der eigentliche Äthylalkohol oder Weingeist, sondern daneben auch andere höherwertige oder hochatomige Alkohole (wie Butyl-, Propyl-, Amyl-Alkohol und andere): die sogenannten Fuselöle. Diese Fuselöle kommen namentlich in dem aus Kartoffeln oder Korn gebrannten Schnaps vor, und sind besonders schädlich. Gießt man ein wenig Branntwein auf die Hohlhand, verreibt es darüber, und schwenkt die Hände ein paarmal zum schnellen Trocknen durch die Luft, so ist der flüchtige Weingeist im Nu verdunstet. Führt man die anscheinend trocken gewordene Handfläche nun dicht zur Nase, so erkennt man deutlich an dem stechenden widerlichen Geruch die zurückgebliebenen weit schwerer verdunstenden Fuselöle. Es läßt sich so wenigstens oberflächlich prüfen, ob ein Branntwein besonders fuselhaltig und schlecht ist. — Ein verschwindend geringer Gehalt an Fuselöl trägt übrigens zur Geschmacksverbesserung des Branntweins bei. Vollständig entfuselter Alkohol, d. h. Branntwein, soll nicht besonders schmecken.

Fuselöle.

Alkoholgehalt.

Der Alkoholgehalt der verschiedenen geistigen Getränke ist ein sehr verschiedener. Es enthalten z. B.

Bayrisches Bier	3—4	Volumprozent Alkohol,
Exportbier	4—5	" "
Apfelwein	4—5	" "
Ale und Porter	7—8	" "
Gewöhnlicher Moselwein	7—9	" "
Rheinwein	8—10	" "
Madeira	15—17	" "
Sherry	17—19	" "
Gewöhnlicher Branntwein	30—40	" "
Kognak	55—65	" "
Rum	75	" "

Das Bier hat durch seinen Gehalt an stärkemehlartigen Stoffen (4 — 5 % Maltose und Dextrin) einen gewissen Nährwert. Andere Stoffe geben den geistigen Getränken ihren besonderen eigentümlichen Geschmack (Hopfenbitter im Bier, Gerbsäure im Rotwein), wie Geruch (Önanthäther im Wein; die Bukettstoffe namentlich in den besseren Rhein- und Moselweinen; Fuselöle im Schnaps usw.).

Wirkung des Alkohols.

§ 204. Die Wirkung des Alkoholgenusses mit besonderer Rücksicht auf die Leibesübungen.

Keines von allen Genußmitteln ist seit den ältesten Zeiten der Geschichte so verbreitet, keines in zahllosen Dichtungen, ja in religiösen Kulten so verherrlicht — und keines als Verderb der Menschheit so viel bekämpft, wie der Alkohol in seinen verschiedenen Formen. Am verklärtesten durch die Poesie erscheint seit den Tagen

des Erzvaters Noah der gegorene Saft der Traube, der Wein. Eine weniger überschwenglich gepriesene Stellung nimmt das schon von den alten Ägyptern gebraute Bier ein, wennschon es den Ruhm hat, in bezug auf den Umfang der vertilgten Mengen den ersten Rang unter den geistigen Getränken einzunehmen. Am schnellsten einig ist man sich allenthalben über die Schäden des Branntweins.

Ganz absehen können wir im folgenden von der berauschenden Wirkung übergroßer Mengen geistiger Getränke. Daß solche Mengen, gewohnheitsmäßig genossen, auf die Dauer Körper und Geist zerrütten, die Ursache zahlreicher Verbrechen sind und daß Trunksüchtige auf ihre Nachkommen kränkliche Körperanlage, geistige Schwäche, ja Epilepsie und Irrsinn häufiger vererben, ist bekannt genug.

Indes auch der gewohnheitsmäßige Genuß mittlerer Mengen geistiger Getränke, wie er ganz allgemein verbreitet ist, hat in mancher Richtung seine bedenklichen Seiten.

Ist Alkohol ein Nährmittel?

Alkohol, in den Körper aufgenommen, wird nicht etwa unverändert wieder ausgeschieden, sondern tritt in den Stoffwechsel ein und wird verbrannt zu Kohlensäure und Wasser. Ein Gramm Alkohol liefert fast die gleiche Verbrennungswärme wie ein Gramm Fett. Insofern der Alkohol durch seine Umsetzung im Körper Wärme erzeugt, Wärme, die sonst durch Umsatz der entsprechenden Menge eines Nahrungsstoffes geliefert werden müßte, spart er andere Nahrungsstoffe, und zwar Fett oder Kohlehydrate und wird selbst fast zu einem Nährmittel. Indes zu einem sehr schlechten. Denn die erzeugte Wärme kommt dem Haushalte des Körpers wenig zugute, da sie mit vermehrter Wärmeabgabe Hand in Hand geht. Der Alkohol macht nämlich die Blutgefäße der Haut erschlaffen, so daß die Haut sich rötet, und steigert kurz nach dem Genuß Blutdruck und Häufigkeit der Atmung. Damit wird auch die Wärmeabgabe gesteigert, und zwar in einem Umfange, daß die Körperwärme sinkt. Das Gefühl der Erwärmung nach Alkoholaufnahme ist also ein trügerisches. Der Alkohol setzt die Körpertemperatur herab, eine Eigenschaft, die man zur Bekämpfung der Fieberhitze nutzbar gemacht hat.

Herabsetzung der Körperwärme.

Nur insofern, als die durch den Alkohol erzeugte Verbrennungswärme nicht durch vermehrte Wärmeabgabe wieder verloren geht, vermag also der Alkohol den Ansatz unverbrannter Nahrungsmittel, d. h. von Fett, denn Kohlehydrate sind ebenfalls Fettbildner im Körper, zu fördern. Dagegen kann der Alkohol nicht etwa einen Teil des Umsatzes des wichtigsten Nährstoffes und Gewebsbildners, des Eiweißes, ersetzen, um dadurch dem Körper Eiweiß zu sparen. Im Gegenteil wird die Eiweißzersetzung im Körper durch Alkoholgenuß gesteigert. Das Eiweiß ist aber der für die Leistungen unserer Muskulatur wichtigste Stoff. Mithin machen geistige Getränke, regelmäßig genossen, den Menschen nicht etwa geeigneter zu Muskelleistungen, sondern üben vielmehr eine schwächende Wirkung aus, die namentlich bei Dauerleistungen sich geltend macht. — Bei Gewohnheitstrinkern tritt Eiweißverarmung des Körpers, Kraftabnahme und Schlaffheit oft recht bald ein. Nur bei solchen, die imstande sind, sich eine sehr kräftige eiweißreiche Kost zuzuführen, tritt dieser schwächende Einfluß weniger zutage.

Förderung des Fettansatzes.

Eiweißzersetzung.

Eine mäßige Menge von Alkohol übt ferner eine erregende Wirkung auf das Nervensystem aus. Durch Reizung der beschleunigenden Herznerven steigen Pulszahl, Blutdruck, sowie die Zahl der Atemzüge. Die Hautblutgefäße namentlich des Kopfes und des Halses erweitern sich, die Schweißabsonderung und Hautatmung werden vermehrt, vor allem aber wird das Gehirn angeregt. Dies äußert sich in erhöhter Stimmung, in angenehm behaglichem Gemeingefühl, welches über die Sorgen des Lebens hinwegträgt, in Steigerung der Denktätigkeit und leichter

Erregende Wirkung.

Gedankenfolge. Ebenso erfahren edle wie unedle leidenschaftliche Gefühle und Triebe eine Steigerung.

Lähmende Wirkung.

Alle diese erregenden Wirkungen äußern sich in verschiedenem Grade je nach Körperanlage und Temperament des Einzelnen, je nach der Art, und vor allem je nach der Menge des genossenen alkoholischen Getränks. Bei etwas größeren Alkoholmengen schlägt stets die Erregung, nachdem sie mehr oder weniger schnell abgeklungen ist, in das Gegenteil um, in Niedergang und Lähmung der geistigen wie körperlichen Energie. Die Anregung ist hier nur eine vorübergehende, der vermeintliche Gewinn an feuriger Schnellkraft ein trügerischer. Aber auch geringere Mengen alkoholischer Getränke rufen nachfolgende Ermattung hervor: der Frühschoppen macht für die ersten Nachmittagsstunden lästig und schwer; am unschädlichsten ist eben Alkoholgenuß nach getaner Tagesarbeit.

Wein, Bier Branntwein.

Was die verschiedenen Arten der alkoholischen Getränke betrifft, so kommt beim Wein am meisten der angenehm erregende, frohe Stimmung weckende Einfluß auf die Hirntätigkeit zur Geltung. Beim Bier, welches infolge seiner Kühle und seines Kohlensäuregehalts oft mehr der erfrischenden Wirkung als des Alkoholgehalts wegen getrunken wird, fällt ins Gewicht, daß Bier gelöste Stärkemehlstoffe enthält, also einen gewissen direkten Nährwert hat. Dadurch wird beim Bier die ohnehin durch den Alkohol schon vorhandene Förderung des Fettansatzes noch gesteigert — oft in recht bedenklicher Weise. Kommt hinzu, daß die mit dem Bier zugeführte große Flüssigkeitsmenge in den Blutkreislauf zum Teil aufgenommen, die Arbeit des womöglich fettumwachsenen und geschwächten Herzens noch erschwert, so erklärt sich leicht das häufige Vorkommen von Herzschwäche bei starken Biertrinkern. Am meisten treten die Schäden des Alkohols zutage bei häufigem Branntweingenuß. Die ohnehin, wie oben gezeigt, durch den Alkohol verminderte Ernährung wird hier noch ganz besonders beeinträchtigt dadurch, daß die heftig reizende Wirkung des hochprozentigen alkoholischen Getränkes chronischen Katarrh der Rachen-, Speiseröhren- und Magenschleimhaut erzeugt und damit die eigentliche Verdauung stark herabsetzt.

Alkohol bei Leibesübungen.

Aus dem vorhergehenden erhellt, daß der Alkohol zwar in flüchtiger Erregung nach dem Genuß, welche das etwa vorhandene Müdigkeitsgefühl betäubt, erneute Kraft und Leistungsfähigkeit vortäuscht, daß aber bald sich der natürlichen Ermüdung die herabstimmende lähmende Wirkung hinzugesellt und so die Kräfte viel eher versagen. Wenigstens gilt dies für den ausgeruhten Muskel; der ermüdete vermag nach einer kleinen Alkoholdosis dagegen mehr zu leisten als vorher. Wo es sich in der Tat um schwerere körperliche Leistungen, um den Aufwand der gesamten Energie handelt, ist Alkoholgenuß nicht nur zwecklos, sondern geradezu gefährdend. Bei Dauerleistungen aller Art, bei Märschen, bei Bergbesteigungen, Rad- und Ruderfahrten usw. sollte man sich streng des Alkoholgenusses enthalten. Das gilt für den Wein wie für den Branntwein; beim Bier kommt noch die Belastung des Kreislaufs durch größere Flüssigkeitszufuhr hinzu. Erst nach vollbrachter Anstrengung mag der Genuß der Ruhe durch einen ermunternden Trunk angenehmer gestaltet werden, wenngleich Tee und Kaffee sich namentlich für den, der am folgenden Tage neue Strapazen zu ertragen hat, weit mehr empfiehlt. Die größten Leistungen menschlicher Energie, welche die Neuzeit aufzuweisen hat, die kühnen Polarfahrten wie die entbehrungsreichen Märsche im tropischen Afrika sind fast durchweg von Männern ausgeführt worden, deren erstes Gebot Enthaltung von jeglichen geistigen Getränken war.

Auch beim Tränieren zu besonderen Leistungen in irgend einer sportlichen Übung ist die Enthaltsamkeit von Alkohol in jeder Form strenges Gebot.

Was für außergewöhnliche Anstrengungen und Unternehmungen, was für die ernste Vorbereitung zu einem Wettkampf in leiblicher Fertigkeit gilt, kann natürlich nicht gefordert werden von dem, der zur Erhaltung von Frische, Kraft und Gewandtheit neben seinem täglichen Beruf stete, regelmäßige Leibesübungen in mäßigem Umfang betreibt. Es wäre das auch ein aussichtsloses Beginnen. Mäßiger Alkoholgenuß verschönt zahllosen Menschen die Stunden der Erholung, und beeinträchtigt, stets in rechten Grenzen gehalten, nicht die Gesundheit. Allerdings sind diese Grenzen vom Willensschwachen allzuleicht überschritten. Wir wollen deshalb im biertrinkenden Deutschland es nicht verhehlen, daß ein gut Teil der auf dem Übungsplatz gewonnenen körperlichen Leistungsfähigkeit und Schneidigkeit nachher durch des Bieres Fluten wieder hinweggeschwemmt wird, sowie daß die Kräftigung des Herzmuskels durch Übung, und das Einschmelzen ungenutzter Fettmassen des Körpers durch schweißtreibende Anstrengungen zwecklos ist, wenn man durch reichliche Bierzufuhr schleunigst wieder für neuen Fettansatz sorgt und das Herz in der oben erwähnten Weise überbürdet und entkräftet.

§ 205. Das Tränieren.

Tränieren.

Unter Tränieren versteht man ganz allgemein die Vorbereitung zu körperlichen Höchstleistungen. Um die mögliche Leistungsgröße des Körpers zu erreichen, gilt es: 1. Die volle Muskelenergie zu entwickeln, und 2. die Ermüdbarkeit auf das geringste Maß zu bringen. Die Mittel dazu bestehen neben regelmäßiger reichlicher Übung in entsprechender sonstiger Lebensführung. Namentlich sind eine bestimmte zweckdienliche Kost, Lungen- und Hautpflege von Wichtigkeit. Der Körper kommt dadurch in den tränierten Zustand, d. h. in die bestmögliche Verfassung, um bestimmte Leistungen bewältigen und die dazu nötigen Anstrengungen ohne Schädigung ertragen zu können.

Wer Höchstleistungen des Körpers auf einem einzelnen oder auf verschiedenen Gebieten leiblicher Betätigung anstrebt, muß sich entsprechend vorbereiten. Denn den Untränierten treffen bei ungewohnter Anstrengung leicht üble Zufälle, Störung der Gesundheit, ja Gefährdung des Lebens. Es braucht nur an die Gefahren erinnert zu werden, welche schnellster Lauf (Wettlauf) über längere Strecken dem noch ganz Ungeübten bringt. Auch ein guter Gerätturner ist dazu durchaus nicht ohne weiteres vorbereitet.

Nach Aufhören des Tränierens, Einstellung der regelmäßigen Übungen und Rückkehr zur früheren gewohnten Lebensweise gehen die durch das Tränieren erlangte besondere Leistungsfähigkeit, ebenso wie sonstige körperliche Vorteile bald verloren. Nur durch fortgesetzte Übung von gewissem Umfang kann eine mittlere Höhe der erlangten körperlichen Verfassung dauernd gesichert werden.

Man kann verschiedene Arten des Tränierens unterscheiden je nach dem zu erreichenden Zwecke.

Hygienisches Tränieren.

1. Hygienisches Tränieren. Bei diesem soll der Körper zu jeglicher Art von Leibesübungen möglichst geschickt, also allseitig ausgebildet werden. Sowohl zu Kraft- und Geschicklichkeits-, wie zu Schnelligkeits- und Dauerübungen soll ein guter Grad von Leistungsfähigkeit erworben werden. Diese Art von Ausbildung ist es, welche auf dem Gebiete des Wettkampfes schon bei den alten Hellenen den Pentathlon der olympischen Spiele zeitigte, den Fünfkampf in Sprung, Lauf, Speerwurf, Diskuswurf und Ringen.

Der gesunde Gedanke, zur allseitigen Leistungsfähigkeit sich auszubilden, soll für die körperliche Erziehung der Jugend die oberste Richtschnur sein.

Sportliches Tränieren.

2. Sportliches Tränieren. Unter sportlichem Tränieren versteht man die Vorbereitung zu einer ganz bestimmten Leistungsart, also zum Wettlauf über kürzere oder über längere Strecken, zum Wettgehen, zum Ruderrennen, zum Radrennfahren, zum Stemmen schwerster Hanteln usw. Dieses nur auf ein Ziel zugespitzte Tränieren zeitigt sicherlich manche Übertreibungen, die über den Rahmen einer gesunden Leibeszucht hinausgehen. Man braucht nur an den Gegensatz zwischen einem hagern sehnigen Wettläufer, der eine kräftige Muskulatur der Arme und Schultern als unnützen Ballast betrachtet, und demgemäß unentwickelt läßt, und einem ungefügen Hantelstemmer zu erinnern. Hier liegt unbedingt das Gute und Schöne in der Mitte.

Andererseits zeitigt das auf eine einzelne Leistung ausschließlich abgezweckte Tränieren des Körpers Ergebnisse, welche zum Gipfel des der menschlichen Bewegungsmaschine überhaupt Erreichbaren hinführen und somit ein außergewöhnliches wissenschaftliches Interesse beanspruchen dürfen.

Militärisches Tränieren.

3. Militärisches Tränieren. Als ein fortgesetztes Tränieren auf alle zum Krieg erforderlichen leiblichen und geistigen Fähigkeiten kann man auch den Heeresdienst bezeichnen. Die schwierigste und körperlich bedeutsamste Seite dieser Vorbildung ist die Befähigung zu Dauerleistungen im kriegsmäßigen Marschieren mit vollem Gepäck.

Tränieren der Jokeys.

4. Eine besondere Art des Tränierens bezweckt in erster Linie möglichste Gewichtsminderung des Körpers. Solcher Art des Tränierens müssen sich die Jockeys bei der Heranzüchtung von Rennpferden unterwerfen. Diese außerordentlich eingreifende und nichts weniger als unbedenkliche Art, den Körper herzurichten, ist hier nur deshalb erwähnt, weil darauf von Unkundigen oft hingewiesen wird, um die vermeintliche Gefährdung der Gesundheit durch das Tränieren zu beweisen. —

§ 206. Vorschriften beim Tränieren.

Vorschriften beim Tränieren.

Für das Tränieren sind besondere Vorschriften üblich, deren Ausführung indes im einzelnen Falle mehr oder minder streng erfolgt. Ein Berufsfahrer oder Berufsathlet, für den die Erzielung von Rekordleistungen auf seinem engen Sondergebiet eine Existenzfrage bedeutet, wird sich in anderer ausschließlicher Weise vorbereiten müssen und ausschließlicher seinen Körper zur Erreichung des einen Zieles in die beste Verfassung zu bringen suchen, als der Liebhaber, der neben seinem sonstigen bürgerlichen Berufe irgend eine Sportart mit Eifer betreibt.

Tränieren bei den verschied. Altersstufen.

1. Was zunächst das Alter betrifft, so soll ein angreifendes Tränieren nicht vor vollendeter Entwicklung, nicht vor voller Ausreifung des Körpers erfolgen. Wie zum Heeresdienst eine bestimmte Altersstufe — die Militärreife — vorgeschrieben, so gilt auch für das sportliche Tränieren meist das vollendete 18. Lebensjahr als unterste Altersgrenze. Im übrigen läßt sich in den jugendfrischen Lebensjahren von 19—30 die Anstrengung des Tränierens am besten ertragen. Über das 30. Lebensjahr hinaus ist meist das Fettpolster der Haut schon recht stark, und ein regelrechtes Tränieren verursacht vorab in kürzester Frist eine sehr starke Gewichtsabnahme (12—17% Verlust an Körpergewicht beobachtete Kolb), die nicht von jedem gleich gut ertragen wird. Bei einem Alter über 40 Jahre hinaus ist oft genug das Herz einem strengen Tränieren nicht mehr gewachsen; mit zunehmendem Alter müssen die Anforderungen des Tränierens immer mehr eingeschränkt werden.

Ausschließende Krankheitszustände.

2. Wer sich einem regelmäßigen Tränieren unterwerfen will, soll sich vorher ärztlich dahin untersuchen lassen, ob Herz und Lungen gesund sind. Herzfehler von geringfügigem Umfang können oft jahrelang unbemerkt bestehen. Die Fähig-

keit des Herzens, durch Muskelzunahme die steten kleinen Störungen im Blutkreislauf zu überwinden, zu kompensieren, hält für gewöhnlich jahrelang soweit vor, daß bei leichteren Anstrengungen das Herz in noch leidlichem Grade der Mehrbelastung Herr zu werden vermag und das Bestehen einer verminderten Arbeitsfähigkeit nicht zum Bewußtsein kommt. Anders bei den zur Höchstleistung gesteigerten Anforderungen des Tränierens. Wenn auch beim Tränieren die Entwässerung und Entfettung des Körpers, die Zunahme der roten Blutkörperchen usw. in erster Linie den Erfolg haben, das Herz zu entlasten und arbeitsfähiger zu machen, was also einem unter erschwerenden Umständen arbeitenden Herzen ganz besonders zugute kommen muß, so sind andererseits die Anforderungen der im Tränieren zu leistenden Muskelarbeit derart, daß die für die mittleren Leistungen der Körpermuskulatur noch eben ausreichende und den vorhandenen Herzfehler verdeckende Herzkraft nun versagt, die Leistungsfähigkeit über einen oft unerwartet niedrigen Punkt nicht hinaus kann und Kreislaufstörungen sich einstellen. — Ähnlich verhält es sich mit Lungenerkrankungen.

Auch bei ausgesprochener Blutarmut sowie reizbarer Nervenschwäche ist ein strenges Tränieren mehr wie bedenklich.

Vortränieren.

3. Es ist also zuvörderst körperliche Gesundheit erforderlich, wenn man den Anforderungen des Tränierens sich unterziehen will. Ferner soll der Übergang aus einem an körperlichen Anstrengungeu freien Alltagsleben zum entbehrungs- und arbeitsreichen Tränieren nicht plötzlich und unvermittelt erfolgen, sondern einigermaßen vorbereitet sein. Es ist ja leicht zu verstehen, daß plötzliche stärkste Inanspruchnahme von Muskeln, die bisher infolge bequemer Lebensweise energischer Zusammenziehungen ganz entwöhnt waren, durch die damit verbundenen mechanischen und stofflichen Vorgänge in der Muskelsubstanz heftige Ermüdungserscheinungen und vorschnelles Versagen der Muskelkraft zur Folge haben muß. Allerdings wird es bei jungen Leuten kaum vorkommen, daß sie den Betrieb von Leibesübungen unmittelbar mit tüchtigem Tränieren beginnen. Eingewöhnt und geübt ist jeder, der sich zu einem Tränieren für eine größere Leistung entschließt.

Anders liegt die Sache beim militärischen Tränieren. Den zu einem größeren Manöver oder gar zu einem Feldzug einberufenen Reservisten und Landwehrleuten werden sofort starke Kriegsmärsche und Übungen auferlegt. Zu einer wochenlangen Eingewöhnung ist da keine Zeit. Die Folge ist, daß bei solchen Märschen eine ungewöhnliche Zahl von Erschöpften, Übermüdeten und noch dazu Fußkranken unterwegs liegen bleibt, wenn auch der gediente Mann oft überraschend schnell in das militärische Tränieren sich einlebt und volle Leistungsfähigkeit erlangt.

Übungen beim Tränieren.

4. Was die Übungen beim Tränieren und deren Maß betrifft, so sind die Vorschriften darüber auf Überlieferung und Erfahrung begründet, namentlich soweit es sich um die Vorübung zu ganz bestimmten sportlichen Leistungen handelt. Die Summe der täglich zu leistenden Muskelarbeit ist so zu bemessen, daß sie einerseits mannigfache und reichliche Betätigung fordert, andererseits aber die Ermüdung nicht zu einem Grade steigert, welcher eine Unterbrechung in der täglichen Übungsarbeit nötig machen könnte.

Wichtig ist für die mannigfachsten Übungsarten, für die Vorbereitung zu Leistungen im Schwimmen, Rudern, Radfahren, ebensowohl wie für das Tränieren zu athletischen Übungen im Wurf, Lauf, Sprung, Ringen usw., daß die Atmung und der Kreislauf zur größtmöglichen Leistungsfähigkeit gebracht werden. Es spielt daher diejenige Übung, welche Atmung und Herz am meisten kräftigt, fast bei jeder Art des Tränierens eine wichtige Rolle: nämlich der Lauf.

Gewichtsverlust.

5. Die starke Muskelarbeit, welche das Tränieren erfordert, hat namentlich

zu Beginn des Tränierens die Folge, daß zuallererst der Vorrat des Körpers an Reservestoffen, vorab an Fett, zur Krafterzeugung verbrannt und eingeschmolzen wird. Es ist schon früher betont, daß die Verbrennung dieser leicht zersetzlichen Stoffe größere Mengen von Kohlensäure erzeugt, daher leichter bei Leibesübung kurzatmig macht, als die Arbeit direkt mit dem Kraftvorrat der Nahrung. Ebenso liefert die Umsetzung der Reservestoffe eine weit größere Menge giftiger Zersetzungsprodukte im Harn und im Schweiß. Werden während des Tränierens diese Reservestoffe verzehrt, schwindet das entbehrliche Fettpolster, und sorgt die übrige Lebensweise, namentlich die richtige Kost dafür, daß der Abgang an Fett nicht gleich wiederersetzt wird, so tritt in Verbindung mit gleichzeitiger Wasserabgabe durch den vermehrten Schweiß bei Anstrengung eine Gewichtsabnahme des Körpers ein. Der Körper wird fettärmer und wasserärmer. Diese Gewichtsabnahme ist am größten in den ersten beiden Wochen des Tränierens. Sie wird weiterhin immer geringer und fällt nach vollendeter Einschmelzung der entbehrlichen Reservestoffe auf Null. So gibt Lagrange als Gewichtsverlust eines Läufers beim Tränieren an:

1. Woche: Gewichtsverlust 8 Pfund,
2. Woche: „ 3 „
3. Woche: „ 0 „

Nicht nur das. Das Wachstum der Muskelsubstanz, je nach den vorwiegend betriebenen Übungsarten, wie früher gezeigt, verschieden groß, kann am Ende des Tränierens — wenn wir ein strenges 6—8 wöchiges und nicht ein mäßiges andauerndes Tränieren annehmen — ein geringes Wiederansteigen des Körpergewichts veranlassen. Nur wenn das kräftigende gesunde Tränieren umschlägt in den bedenklichen Zustand des Übertrăniertseins, findet eine weitere Gewichtsabnahme statt, dann aber nicht auf Kosten entbehrlicher Reservestoffe, sondern notwendiger Körpersubstanz.

Fig. 346.

Beistehende Kurve (Fig. 346) von G. Kolb zeigt im Durchschnitt berechnet den Gewichtsverlust von 8 jungen Leuten im Alter von 21—27 Jahren mit mäßigem Fettpolster während eines Ruderträinings an. Im ersten Monat verläuft die Kurve bei sehr mäßigem Gewichtsverlust so, daß die Abnahme des Körpergewichts sich stetig verlangsamt: Die Kurve hat eine konkave Gestalt. Zu Beginn und während der dritten Woche hatte die Rudermannschaft ihre größte Leistungsfähigkeit erreicht. Während einer Pause im Tränieren vom Ende Mai bis 3. Juni steigt das Körpergewicht wieder ein wenig an, um mit erneutem Beginn des Tränierens stetig zu

fallen — gleichzeitig mit verminderter Leistungsfähigkeit: die Mannschaft war überträniert.

Kost beim Tränieren.

6. Um den Körper in die beste Verfassung zu hervorragenden Leistungen zu setzen, ist es wichtig, einerseits überflüssige Gewebsbestandteile zu beseitigen, den Körper namentlich fettärmer zu machen und wasserärmer, andererseits kraftgebende Muskelsubstanz neu anzusetzen. Diesen beiden Gesichtspunkten hat die Kost zu entsprechen: sie muß reich sein an Eiweißstoffen zum Ersatz des verbrauchten und Ansatz neuen Muskelfleisches, sie soll ein knapperes Maß enthalten an Fettbildnern, also an Fett und Kohlehydraten. Aus demselben Grunde verbietet sich der Genuß alkoholischer Getränke, da Alkohol in seiner Rolle als Sparmittel ebenfalls Fettansatz bewirkt — ganz abgesehen von der Eigenschaft des Alkohols, lähmend auf die körperliche und geistige Energie einzuwirken. Um den Körper zu entwässern, das Blut einzudicken und dadurch die Herzarbeit zu erleichtern, soll ferner die Flüssigkeitszufuhr auf ein Mindestmaß eingeschränkt werden.

Die zahlreichen für das Tränieren vorgeschriebenen Kostordnungen wurden früher diesen Gesichtspunkten mit übertriebener Strenge gerecht.

Es wurde vor allem der reichliche Genuß von mageren Fleischarten und fettarmen Fischspeisen empfohlen, fettes Fleisch, sowie Fett und schärfer gewürzte Tunken verboten.

Ebenso wurden Suppen verboten, und nur mäßige Zukost zum Fleisch in Form von Brot, leichten Gemüsen und Obst gestattet, Mehlspeisen und Kartoffeln dagegen auf das geringste Maß eingeschränkt.

Alle diese Kostordnungen entsprachen im wesentlichen denjenigen, welche ärztlicherseits bei Entfettungskuren vorgeschrieben sind. Wie aber hier die sogenannte Bantingkur in ihrer vollen Strenge immer mehr verlassen wird, so auch jene strengen Kostordnungen beim Tränieren. Denn dadurch, daß dem Körper schnell und gewaltsam die Reservestoffe entzogen werden, so daß wesentlich das dem Fett an Brennwert weit nachstehende zirkulierende Eiweiß zur Lieferung des stark gesteigerten Energieumsatzes dienen muß, wird die Bilanz des Stoff- und Kraftwechsels im Körper eine solche, daß sie nur so eben im Gleichgewicht bleibt. Alles was eingenommen wird, wird auch sofort wieder ausgegeben: eine Reserve, eine Sparrücklage, um auch bei gesteigerter Auslage oder etwa verminderter Einnahme das Gleichgewicht zu erhalten, ist nicht vorhanden. Es braucht nur — und das ist nicht selten der Fall — eine solche einseitige Kost die Verdauung zu beeinträchtigen, so ist das Manko schon vorhanden: aus Mangel an Reservestoffen wird dann das Organeiweiß angegriffen, der Körper geschwächt. Dies ist eine der wesentlichsten Ursachen des gefürchteten Zustandes des „Überträniertseins", der schnellen Abnahme der Kraft und Leistungsfähigkeit.

Aus diesem Grunde hat schon die Erfahrung die Sportsleute gezwungen, die Strenge der Vorschriften der Kost beim Tränieren zu mildern und statt der vorwiegenden Fleischkost eine gut bekömmliche gemischte Kost zu bevorzugen. Als ein Nahrungsmittel, welches in nicht übergroßer Menge genommen ungemein schnell aufgenommen wird und einen hohen Brennwert zur Lieferung von Energie und Wärme besitzt, ist in den letzten Jahren vielfach der Zucker beim Tränieren verwendet worden, in Mengen von 50—60 Gramm täglich, ansteigend bis zu 100 und schließlich nach mehrwöchentlichem Tränieren bis zu 200 Gramm. Nicht nur im sportlichen Tränieren (so bei Rudervereinen) sind die gemachten Erfahrungen namentlich hinsichtlich der Verminderung des Übertäniertseins günstige, sondern es haben auch ausgedehnte Versuche im deutschen Heere die Vorzüge des Zuckergenusses zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts des Stoffwechsels bei stärkeren körperlichen Anstrengungen dargetan. Allerdings ist der Zucker in größeren Mengen genossen nicht

jedem gleich bekömmlich und sein Genuß bei den ersten Anzeichen von Verdauungsstörung sofort einzuschränken.

Ganz neuerdings macht sich in gewissen Sportkreisen namentlich Englands und Nordamerikas der Versuch geltend, den Stoffbedarf auch beim Tränieren mit Ausnahme von Milch und Käse nur durch pflanzliche Kost zu decken. Daß das ganz gut möglich ist, bei der nicht geringen Anpassungsfähigkeit unseres Körpers, ist schon oben gezeigt — daß es aber besonders zweckmäßig ist, können wir nicht anerkennen. Insbesondere muß der Behauptung entgegengetreten werden, daß das Fleisch — und die Hülsenfrüchte! — „vergiftende Substanz", nämlich Harnsäure, in den Körper einführe und daß ebenso im Kaffee und Tee giftige harnsäureartige Körper, nämlich die Xanthine, enthalten seien, welche, wie die Harnsäure, erst reizend dann herabsetzend auf die Arbeitskraft des Menschen einwirkten (Haig). Diese Stoffe sind ebensowohl wie andere Endprodukte des Stoffwechsels erst dann schädlich, wenn sie nicht regelmäßig ausgeschieden werden, sodaß sie sich im Körper übermäßig anhäufen. Im übrigen sind die beigebrachten sogenannten Beweise für die Schädlichkeit jedweden Fleischgenusses nicht derart, daß sie das Gebäude der Ernährungsphysiologie, für welches in Deutschland Männer wie Pflüger, Voit und Pettenkofer die wissenschaftlichen Grundlagen geschaffen haben, irgendwie erschüttern könnten. —

Massage. 7. Als Unterstützung der Einwirkungen auf den Stoffwechsel und zur Belebung des Blut- und Säfteumlaufs in den Muskeln wird vielfach beim Tränieren ein regelmäßiges tägliches Massieren der Muskeln vorgenommen. Man stellt sich vor, daß diese dadurch „weich und beweglich" erhalten würden. Nützlich ist solche Massage wohl, aber nicht notwendig.

Entwässerung des Körpers. 8. Die Entwässerung des Körpers ist wichtig, um die Herzarbeit zu erleichtern und zu bewirken, daß bei jedem Herzschlag in dem gegebenen Volum Blutflüssigkeit eine möglichst große Zahl roter Blutkörperchen in die Schlagadern gepreßt und den arbeitenden Muskeln zugeführt werden. Es vollzieht sich so die Sauerstoffzufuhr leichter und es wird nicht so bald höchste Herzarbeit notwendig.

Außer der Einschränkung der Flüssigkeitszufuhr ist es auch der starke Schweißverlust bei den Übungen, welcher die Gewebe des Körpers beim Tränieren wasserärmer macht. Ja man hat auch schweißtreibende Mittel, namentlich Dampf- und Heißluftbäder angewendet, um dem Körper große Schweißmengen zu entziehen. Beim Tränieren der Jockeys, wo es auf möglichste Gewichtsminderung so gut wie allein ankommt, spielen solche Schwitzkuren eine besondere Rolle — und tragen mit dazu bei, diese Art der gewaltsamen Gewichtminderungen des Körpers zu einer die Gesundheit gefährdenden zu machen.

9. Die Wichtigkeit der Haut als Ausscheidungsorgan nicht nur des Schweißes, sondern auch anderer Abfallstoffe des Stoffwechsels bedingt beim Tränieren eine

Hautpflege. stete geeignete Hautpflege. Tägliche kalte Abreibungen sind vor allem empfehlenswert, ebenso im Wechsel warme und kalte Duschen.

10. Daß das Tränieren in erster Linie die vorzunehmenden Muskelübungen auf möglichste Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Lungen und des Herzens abzweckt, ist oben schon erwähnt. Es braucht nur an die Pflege des Laufs beim Tränieren und den Wert des Laufs für die Lungenübungen erinnert zu werden. Wie die Arbeit des Herzens durch die Entwässerung des Körpers und den Fettschwund begünstigt wird, so wird auch die Atemtätigkeit, namentlich die Zwerchfellatmung, durch die Einschmelzung der Fettmassen zwischen den Verdauungsorganen und in den Bauch-

Atempflege. wänden außerordentlich erleichtert. Damit ist die Atempflege beim Tränieren noch nicht erschöpft. Mit Recht wird es als besonders wesentlich angesehen, daß die Atmung nur in reiner Luft, womöglich im Freien stattfindet. Der Einfluß von Licht

und Luft auf die Bildung roter Blutkörperchen ist möglichst auszunutzen, denn ein an roten Blutkörperchen, an Sauerstoffträgern möglichst reiches Blut schont die Herzkraft und befähigt zu stärksten Muskelleistungen ohne vorzeitige Herz- oder Atemermüdung. Diese Rücksicht auf die Atempflege ist es auch, welche mit zu dem strengen Verbot des Rauchens während der Zeit des Tränierens geführt hat. –

11. Es sei endlich noch erwähnt, daß den jungen Leuten, welche sich dem Tränieren unterziehen, die Enthaltung von geschlechtlichen Aufregungen strengstens geboten und eine dahingehende ehrenwortliche Verpflichtung abgenommen wird.

Enthaltung von geschlechtlicher Aufregung.

§ 207. Wert des Tränierens.

Wert des Tränierens.

Das Tränieren besteht also im wesentlichen aus:

1. regelmäßiger höchstmöglich gesteigerter Muskelübung, welche besonders auch auf Kräftigung und Entwicklung der Atem- und Kreislauforgane abgezweckt ist.

2. geeigneter Lebensführung, welche a) hinsichtlich der Kost Entfettung und Entwässerung der Körpergewebe, Ansatz kraftgebender Muskelsubstanz, Vermehrung der roten Blutkörperchen anstrebt, b) die Haut- und Atemtätigkeit anregt und fördert, c) schwächende Genüsse und zwar Tabak, Alkohol und Geschlechtsgenuß streng fernhält.

Der Wert des Tränierens zeigt sich körperlich in folgendem:

Körperlicher Wert des Tränierstseins.

Die Muskulatur wird kräftiger und weniger leicht ermüdbar, d. h. ausdauernder; die Muskelarbeit vollzieht sich mit sparsamerem Stoffumsatz und es entstehen im Körper weniger giftige Zersetzungsprodukte, die durch die Nieren im Harn, durch die Haut mit dem Schweiß ausgeschieden werden. Der Haut des Tränierten entströmen bei weitem nicht so viele gasförmige, stark riechende Ausscheidungsstoffe wie der Haut dessen, der müßig lebt und sich mästet. „Er stinkt vor Faulheit" sagt mit Recht der Volksmund. Fernerhin entsteht bei starker Muskelarbeit weniger Kohlensäure und tritt also weniger leicht Lungenermüdung und Atemnot ein. Die Atmung wird langsam und tief, wie schon früher erwähnt; die Zahl der Atemzüge fällt durchschnittlich von 16 auf etwa 12 – 13 in der Ruhe; der Atemumfang nimmt zu, wie sich in einer Vermehrung des Unterschieds der Brustmaße bei Ein- und Ausatmung um etwa 2 – 3 cm, sowie in einer zuweilen überraschend starken Erhöhung der Fassungskraft der Lungen (mittels des Spirometers festgestellt) ausspricht. Die Kräftigung des Herzens zeigt sich darin, daß der Puls weniger häufig wird, von 69 Morgens im Durchschnitt auf die Durchschnittsziffer von 63 sinkt. Kolb beobachtete sogar 58, ja 42 Pulsschläge in der Minute. Ebenso wird der Puls regelmäßiger da, wo er vorher Ungleichheiten gezeigt hatte. Das mit dem Zustand des Tränierstseins verbundene Bewußtsein der vollen Leistungsfähigkeit erzeugt ein wohltuendes Kraftgefühl und Selbstvertrauen.

Moralischer Wert des Tränierens.

Aber das Tränieren hat auch einen hoch anzuschlagenden moralischen Wert. Die jungen Leute, welche in Sportvereinen, in Spielvereinen, ja auch vereinzelt in Turnvereinen sich einem regelrechten Tränieren unterwerfen, legen sich damit freiwillig eine große Summe von Entbehrungen und heftigen unausgesetzten Anstrengungen auf. Ein großer Teil unserer Jugend, namentlich in den größeren Städten, gewöhnt sich allzuleicht an ein Übermaß von Genüssen, sucht ihre Erholung im Wirtshausleben, im Aufsuchen nichtssagender, ja Lüsternheit erweckender Schaustellungen, wenn nicht gar in entnervenden Ausschweifungen. Demgegenüber muß die Summe von Willenskraft und selbstauferlegter, harter Leibeszucht, welche im Tränieren der Sportjünger sich kundgibt, selbst dem Achtung einflößen, der mit manchen Eigentümlichkeiten des heutigen Sportwesens sehr wenig einverstanden ist. –

Dauer der Wirkungen des Tränierens.

Alle die genannten körperlichen Vorteile und die erhöhte Widerstandskraft sind im vollsten Maße zu Ende des Tränierens vorhanden. Es fragt sich nur, wieviel davon dauernder Gewinn ist. Und da zeigt sich, daß vor allem die Herabminderung des Körpergewichts um so eher dem Gegenteil weicht, d. h. einem Wiederansteigen des Fettansatzes auf die frühere Fülle, ja darüber hinaus, je mehr nach den Anstrengungen des Tränierens eine Ruhepause eintritt, die strengen Übungen eine vollständige Unterbrechung erfahren, und die Beschränkungen in Kost und Lebensweise einem bequemen Wohlleben Platz machen. Denn dazu tritt die Neigung sehr stark auf. Es ist, als ob die während des Tränierens durch die Macht der Willenskraft zurückgehaltenen Neigungen zu reichlicher Nahrungs- und namentlich zu reichlicher Flüssigkeitsaufnahme nun besonders stark auflebten. Die langentbehrten Genüsse winken nach Aufhören des Zwanges mit doppelter Gewalt, die wiedererlangte Freiheit wird gar zu leicht mit vollen Zügen genossen. Und doch sichert sich nur der dauernd wenigstens ein gutes Teil der erlangten Vorteile, welcher eine gewisse Mäßigkeit in der Lebensführung strenge wahrt und regelmäßige Leibesübung, wenn auch in vermindertem Umfange, fortsetzt.

Überträniertsein.

§ 208. Überträniertsein.

Schon oben war kurz erwähnt, daß das Tränieren nicht immer sich in aufsteigender Linie bis zur vollendeten Höhe körperlicher Leistungsfähigkeit und Widerstandskraft bewegt, sondern daß auch Fälle vorkommen, wo während des Träniertseins die Zunahme der Kraftfülle nicht weiter geht, vielmehr umschlägt in ihr Gegenteil, in eine stärkere Abnahme der Leistungsfähigkeit. Wir nennen solchen Zustand: Übertäniertsein.

Dieser Zustand kann aus zweierlei Gründen eintreten.

1. Durch Störung des Stoffwechsels. Nach Aufzehren der Reservestoffe des Körpers wird die körperliche Arbeit des Tränierenden unmittelbar unterhalten durch die Kraftquellen der täglichen Nahrung. Sie soll eine kräftige und vor allem auch eiweißreiche sein. Indes nicht jedem bekommt die doch immerhin etwas einförmige Kostordnung beim Tränieren. Es stellt sich eine Art von Widerwillen gegen diese Nahrung ein, und bewirkt Appetitmangel und erschwerte Verdauung. Infolgedessen wird entweder die nötige Nahrungsmenge nicht voll aufgenommen, oder die aufgenommene und an sich genügende Menge wird nicht ordentlich verdaut und ausgenutzt. Die Folge ist, daß an Stelle der Nahrungsstoffe die kraftgebenden Stoffe des Muskelgewebes selbst angegriffen und verbrannt werden. Während ein Zuwachs an kraftgebendem, lebendem Gewebe stattfinden sollte, tritt umgekehrt Verbrauch an solchem ein: die Folge ist Abnahme der erworbenen Muskelkraft und Leistungsfähigkeit.

Nervöse Reizbarkeit und Schwäche.

2. Durch nervöse Reizbarkeit. Die strenge Unterordnung unter die Vorschriften des Tränierens, die Umstimmung in der Ernährung und dem Stoffwechsel des Körpers sind meist begleitet von einer zunehmenden Erregbarkeit des Nervensystems. Zu dieser vermehrten Reizbarkeit tritt beim Zustand des Übertäniertseins das Gefühl von Mattigkeit, Muskelschwäche und Ermüdung hinzu.

Es ist geboten, sobald die ersten Anzeichen des Übertäniertseins sich einstellen, mit den Übungen des Tränierens aufzuhören, um durch Ruhe und gute Kost das Gleichgewicht des Stoffwechsels wieder zu gewinnen und der Nervenschwäche Herr zu werden.

VII.
Die Organe der Harnausscheidung.

§ 209. Allgemeines über den Harn und die Harnorgane.

Harn und Harnorgane.

Wie der Schweiß, so wird auch der Harn aus dem Blute ausgeschieden.

Harn und seine Menge.

Der Harn ist eine Flüssigkeit, welche organische und unorganische Stoffe (letztere meist Salze) in wechselnder Menge gelöst enthält. Die tägliche Harnmenge beträgt im Durchschnitt beim Manne 1000 – 1500 ccm, beim Weibe 900 – 1200 ccm in 24 Stunden.

Die Harnmenge wird vermindert, wenn größere Flüssigkeitsmengen auf anderm Wege, und zwar durch starke Schweiße oder mäßigen Durchfall ausgeschieden werden. Zwischen der Harn- und Schweißabsonderung findet also eine Art von Wechselbeziehung insofern statt, als die Harnmenge sinkt und konzentrierter wird bei starkem Schweißverlust, dagegen steigt und wässriger wird bei Schweißmangel. –

Ferner wird die Harnmenge eine geringere bei Abnahme des Blutdrucks, eine größere bei Steigerung des Blutdrucks. Sie nimmt ferner zu bei reichlichem Übergang löslicher Stoffe in den Harn, namentlich des Harnstoffs bei stickstoffreicher Nahrung. Auch bestimmte seelische Einwirkungen, namentlich freudige Aufregungen, vermögen die Harnmenge zu steigern.

Die Farbe des Harns ist je nach der Menge der in ihm gelösten Stoffe fast wasserklar, blaßgelb oder dunkler bis zur braunroten Tönung. Sind namentlich die Salze im Harn sehr reichlich enthalten, so trübt sich der Harn beim Erkalten, und ein Teil der Salze fällt als Niederschlag zu Boden.

Harnstoff.

Von den organischen Stoffen des Harns ist weitaus der wichtigste der stickstoffhaltige Harnstoff, das Endprodukt des Stoffwechsels der Eiweißkörper in der Nahrung. Die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffes beträgt 40 Gramm in 24 Stunden beim Erwachsenen, und wächst bei besonders eiweißreicher Nahrung. Wurden die Eiweißstoffe im Körper nur unvollkommen verbrannt, so erscheinen im Harn Harnsäure und (in geringen Mengen) eine Reihe anderer stickstoffhaltiger Körper. Die Harnsäure tritt besonders bei der Gicht reichlicher im Harn auf.

Harnsäure.

Von anorganischen Stoffen sind im Harn namentlich enthalten Kochsalz, sowie phosphorsaure und schwefelsaure Salze. –

Die Absonderung des Harns aus dem Blute findet in den Nieren statt; der Harn wird dann weiter durch die Harnleiter zur Harnblase (oder Blase schlechtweg) geleitet, wo er sich ansammelt, und von wo er zeitweilig durch die Harnröhre entleert wird.

Die Nieren.

§ 210. Die Nieren. (Fig. 347.)

Die Nieren sind zwei große Drüsen von bohnenförmiger Gestalt, welche auf der Rückenfläche der Bauchwand zu beiden Seiten der Wirbelsäule in der Höhe des

Fig. 347. Die hintere Wand der Bauchhöhle mit den Harnorganen nach Entfernung der Gedärme und der Leber.

ersten bis dritten Lendenwirbels gelegen sind. Der ausgeschnittene Rand der Nieren sieht nach einwärts. In diesen Ausschnitt, die Nierenpforte, münden die großen

Fig. 348. Durchschnitt durch eine Niere.

Schlagadern der Niere, und aus ihm treten die Nierenvenen sowie die Harnleiter. Die Nieren sind umgeben von stark fetthaltigem Bindegewebe, der Nierenkapsel. Auf

dem oberen Teil der Nieren sitzen kappenartig zwei Blutgefäßdrüsen, die Nebennieren auf, deren Bestimmung noch zweifelhaft ist.

Das Gewebe der Niere besteht aus einer großen Menge dünner Kanälchen, den Harnkanälchen, welche teils geschlängelt, teils in langen gestreckten Schleifen verlaufen. Das blinde Anfangsstück dieser Kanälchen umfaßt jedesmal kapselartig einen Knäuel von Haargefäßen der Nierenschlagader im Rindenabschnitt jeder Niere, und durch diese Gefäßknäuel oder Malpighischen Körperchen wird aus dem Blut das Wasser nebst einem Teile der Salze des Harns hindurchgepreßt, während die anderen Harnbestandteile, namentlich der Harnstoff, von den Wänden der Harnkanälchen abgesondert werden. Die sämtlichen Harnkanälchen münden an der Nierenpforte in einen häutigen Behälter, das Nierenbecken, welches sich trichterförmig verengernd in der Harnleiter fortsetzt (Fig. 348).

Malpighische Körperchen.

Nierenbecken.

§ 211. Harnleiter und Harnblase.

Harnleiter und Harnblase.

Die beiden Harnleiter sind zwei dünne Röhren, welche neben der Wirbelsäule jederseits zum kleinen Becken hinabziehen, um in den untersten Abschnitt der Blase, den Blasengrund, den sie schief durchbohren, einzumünden.

Die Harnblase ist ein eiförmiger, häutig muskulöser Behälter, hinter der Schamfuge gelegen. Nur bei stark gefüllter Blase erhebt sie sich über den obern Rand der Schamfuge. In der Wand der Harnblase befindet sich eine Schicht von organischen Muskeln, welche in verschiedenen Richtungen sich kreuzend, durch ihre Zusammenziehung den Inhalt der Harnblase unter starkem Druck durch die Harnröhre hinauszupressen vermögen (s. Fig. 228). An der Übergangsstelle der Harnblase in die Harnröhre, dem Blasenhals, befinden sich stärker angehäuft ringförmige Muskelfasern, welche als Schließmuskeln der Blase den Abfluß des Harns verhindern. Bei stärkerer Füllung der Blase ziehen sich die Muskelfasern der Blase zusammen und erzeugen so ein allmählich stärker werdendes Druckgefühl. Durch willkürlich festere Zusammenziehung des Schließmuskels vermag man bis zu einem gewissen Grade diesem Drängen entgegenzuwirken und vorzeitige Entleerung der Harnblase hintanzuhalten. Erst mit Nachlassen der Zusammenziehung des Schließmuskels vermag der Muskeldruck der Blasenwand den Widerstand zu überwinden und den Harn durch die Harnröhre nach außen zu pressen. Die Harnröhre ist beim Manne etwa 15 – 18 cm lang. Ihr der Blase zunächst gelegener Teil ist umgeben von der kastanienförmigen Vorsteherdrüse. Beim Weibe ist die Harnröhre erheblich kürzer, und nicht länger als 1,5 – 2 cm.

VIII.
Das Nervensystem.

A. Allgemeine Nervenlehre. Hirn und Rückenmark.

Aufgabe des Nervensystems.

§ 212. Aufgabe des Nervensystems.

Zweierlei Formelemente setzen im wesentlichen unser Nervensystem zusammen:

Ganglienzellen.

1. Zellen, die wir als Nervenzellen oder Ganglienzellen bezeichnen. Sie sind vor allem angehäuft in der sogenannten grauen Substanz der nervösen Zentralorgane, nämlich des Hirns und des Rückenmarks. Ganglienzellen kommen aber auch außerhalb der Zentralorgane in zahlreichen Knotenpunkten des Nervensystems vor. Solche Ganglienknoten finden sich besonders gehäuft in dem sympathischen Nervengeflecht.

Nervenfasern.

2. Fasern, welche die sogenannte weiße Substanz der Zentralorgane bilden und, als periphere Nerven aus Hirn und Rückenmark heraustretend, in Form von gröberen, feineren oder feinsten Fäden sich im ganzen Körper allenthalben verzweigen.

Tätigkeit des Nervensystems.

Die eigentlichen Herde des Nervenlebens sind die Nervenzellen, während die Nervenfasern lediglich verknüpfende Leitungsorgane bilden. Die Nervenfasern, oder Nerven schlechtweg, leiten von den Sinnesorganen ausgehende Eindrücke zu den Nervenzellen der Zentralorgane, und hier werden jene Eindrücke zur bewußten Empfindung. Umgekehrt leiten die Nerven Erregungen von den Nervenzellen hin zu den Muskeln und veranlassen diese zur Arbeit, zur Zusammenziehung. Die Nervenfasern sind also gewissermaßen die Telegraphendrähte; sie übermitteln der Zentralstation diejenigen Nachrichten, welche von den Außenstationen der Sinnesorgane — der Organe des Gefühls, Gesichts, Gehörs, Geruchs und Geschmacks — über den Zustand und die Beschaffenheit der Dinge der Außenwelt, wie des Körpers selbst einlaufen. Hält die Zentralinstanz, welche in bestimmten Nervenzellen ihre Geschäftsstätte aufgeschlagen hat, dafür, daß auf Grund jener eingelaufenen Nachrichten bestimmte Maßnahmen, Ortsveränderungen des Körpers oder einzelner Teile von ihm erfolgen sollen, so werden die nötigen Befehle, Anregungen oder, wie wir sie oben schon genannt, Reize den Nerven entlang hinuntergeschickt zu den ausführenden Organen, den Muskeln. Wir sehen also, daß in den Nerven entweder Erregungen von außen, d. h. von den Sinnesorganen zu den Zentralorganen hingeleitet werden, oder umgekehrt von den Zentralorganen hinausgehen zu den Bewegungsorganen, den Muskeln. Wir unterscheiden demgemäß nach der Richtung ihrer leitenden Tätigkeit zweierlei Arten von Nerven: 1. Empfindungsnerven und 2. Bewegungsnerven. Laufen Empfindungsnerven und Bewegungsnerven vereint in größeren Nervenbündeln oder Nervenstämmen — ähnlich zahlreichen in einem Kabel vereinten Telegraphendrähten —, so heißen solche: gemischte Nerven.

Empfindungs- und Bewegungsnerven.

Vorgänge im Zentralnervensystem.

Der Sitz der Empfindung wie der willkürlichen Bewegungen befindet sich also in den Nervenzellen der Zentralorgane. Stoffliche Vorgänge in den Zellen der grauen Substanz des Gehirns sind es, welche alle seelischen Tätigkeiten begleiten; bei starker geistiger Tätigkeit ist das Gehirn blutreicher und sein Stoffwechsel ein lebhafterer. Wie der Muskel durch Ermüdungsstoffe leistungsunfähiger wird, so wird auch unsere geistige Leistungsfähigkeit durch Anhäufung von Ermüdungsstoffen im Gehirn herabgesetzt. Bestimmte Stoffe, in den Kreislauf eingeführt, vermögen unsere seelischen Empfindungen zu steigern, zu erregen, oder den Geist zu trüben und einzuschläfern (Alkohol, Äther, Chloroform, Morphium usw.). Für unsere Erfahrung besteht keine Seelentätigkeit ohne das Vorhandensein lebender Nervensubstanz. Dagegen ist uns jede Vorstellung darüber, wie die geistigen Vorgänge mit den stofflichen Erscheinungen in den Zellen der grauen Hirnsubstanz verknüpft sind, versagt.

Unwillkürliche Bewegungsvorgänge.

Die Aufgabe des Nervensystems ist indes mit den vorbeschriebenen Tätigkeiten noch nicht erschöpft. Wir haben früher gesehen, daß unser Herzschlag und unser Atemgang aus rhythmischen Muskelbewegungen bestehen, die in stetem Wechsel von Zusammenziehung und Erschlaffung unwillkürlich erfolgen. Aber nicht ohne Nerventätigkeit. Denn auch hier sind es Nervenzellen, welche auf dem Wege von Nervenfasern Reize zur Herzmuskulatur wie zu den Atemmuskeln entsenden und so deren Arbeit veranlassen. In gleicher Weise stehen unter dem Einfluß unwillkürlich sich auslösender Nervenvorgänge die mannigfaltigen Muskeltätigkeiten, welche in den Wänden der Blutgefäße, des Verdauungsschlauches, der Harn- und Geschlechtsorgane, der Ausführungsgänge der Drüsen usw. sich abspielen. Auch die Absonderungen der Drüsen vollziehen sich unter dem Einfluß unwillkürlicher Nervenanregung. Inwieweit endlich die Vorgänge der Ernährung, d. h. des Stoff-

Fig. 349. Übersicht des Nervensystems des Menschen. — In der Schädelhöhle das Gehirn, in der Achse des Rumpfes das Rückenmark. Davon ausgehend die peripheren Rückenmarksnerven.

ansatzes, der Nerventätigkeit bedürfen und von solcher beeinflußt werden, steht im vollen Umfange noch nicht fest.

Spielen sich die vorbenannten rein unwillkürlichen Tätigkeiten des Nervensystems meist im System der sympathischen Nervenzellen und Nerven ab, so haben im Rückenmark sowie im verlängerten Mark vorzugsweise ihre vermittelnde Stelle die sogenannten Reflexe. Wir verstehen unter Reflexen unwillkürliche, oft recht umfangreiche Bewegungen, die aus Anlaß einer Gefühlsempfindung sich vollziehen, z. B. Husten nach Reiz der Kehlkopfschleimhaut, Niesen nach Reizung der Nasenschleimhaut, Brechbewegung nach Kitzeln des Schlundes usw.

Reflexbewegung.

Ein Grenzgebiet zwischen rein willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungen bilden endlich die halbautomatischen Bewegungen. Ursprünglich nur willkürliche, meist in rhythmischem Gleichmaß sich wiederholende geordnete Bewegungen, sind sie durch häufigste Wiederholung schließlich unserm Bewegungsapparat so geläufig geworden, daß sie auf leichten Willensanstoß hin so gut wie von selbst erfolgen, d. h. halbautomatisch werden. Hierin gehört z. B. das gewöhnliche Gehen. –

Halbautomatische Bewegung.

Mit Rücksicht auf diese Fülle von Tätigkeiten hat man das Gesamtnervensystem eingeteilt in 1. das animale Nervensystem, welches aus Hirn und Rückenmark nebst den zugehörigen Nerven besteht, also die Organe des Seelenlebens in sich schließt und die mit Bewußtsein verbundenen Empfindungen und Bewegungen vermittelt. Letztere stufen sich dabei von rein willkürlichen Bewegungen ab zu halbautomatischen und Reflexbewegungen.

Animales Nervensystem.

2. Das vegetative Nervensystem, welches aus dem sympathischen Nervengeflecht besteht und die in der Regel ohne Einfluß des Bewußtseins waltenden Tätigkeiten der Absonderung, der Ernährung und die damit verbundenen unwillkürlichen Bewegungen anregt.

Vegetatives Nervensystem.

Zwischen diesen beiden Systemen bestehen die mannigfachsten Verknüpfungen und Übergänge, so daß eine Scheidung nicht immer durchführbar ist.

Bau der Nervenfasern.

§ 213. Bau der Nervenfasern.

Eine jede Nervenfaser setzt sich zunächst zusammen aus außerordentlich feinen, erst bei 500 – 800facher Vergrößerung erkennbaren Fäserchen, den Primitivfibrillen. Isoliert kommen solche nur vor in den letzten Endausbreitungen der Nerven, sowie in den feinsten Ausläufern der Ganglienzellen.

Primitivfibrillen.

Im übrigen sind diese Fibrillen stets zu Bündeln nebeneinander vereinigt. Wir nennen solche Bündel, welche den eigentlich leitenden Teil und den Kern des Nerven darstellen, Achsenzylinder (Fig. 350). Der Achsenzylinder zeigt bei starker Vergrößerung eine zarte Längsstreifung als Andeutung der Fibrillen, welche ihn zusammensetzen. Nerven, welche nur aus einem Achsenzylinder bestehen, nennt man nackte Achsenzylinder. Meist ist der Achsenzylinder umgeben von einer schützenden

Achsenzylinder.

Fig. 350. Auflösung eines Achsenzylinders (Riechnerv), in Primitivfibrillen. Starke Vergrößerung.

Fig. 351. Markhaltiger Nerv. A Achsenzylinder; M Markscheide; S Schwannsche Scheide; K ihr Kern. An zwei Stellen ist die Scheide eingeschnürt. – Starke Vergrößerung.

und ernährenden röhrenförmigen Hülle, der Markscheide. Sie besteht aus einer fettigen, halbflüssigen, stark lichtbrechenden Substanz. Nur mit einer Markscheide umhüllte Achsenzylinder kommen namentlich in der weißen Substanz der Zentralorgane vor. Bei denjenigen Nerven, welche von Hirn und Rückenmark ausgehen und im Körper sich verzweigen, ist die Markscheide noch von einer weiteren Hülle umgeben: der zarten, kernhaltigen sogenannten Schwannschen Scheide (Fig. 351). In bestimmten Abständen zeigt die Nervenscheide Einschnürungen, welche den Nerv wie aus Gliedern zusammengesetzt erscheinen läßt: „Ranvierscher Schnürring". Es gibt endlich auch marklose, aus einem nackten Achsenzylinder bestehende Nerven, welche nur von einer solchen Schwannschen Scheide umgeben sind.

Markscheide.

Schwannsche Scheide.

Fig. 352. Querschnitt durch mehrere Nervenbündel — Sn Nervenscheide; Nq die zu Bündeln vereinten Nervenfasern im Querschnitt.

Die Mehrzahl der Nerven besteht aus Achsenzylinder, Markscheide und Schwannscher Scheide. Solche Nervenfasern treten nun wieder zu größeren Nervenbündeln zusammen, die zusammengehalten werden von einer starken häutigen Hülle, der Nervenscheide. Dabei geht jede Nervenfaser als ununterbrochene Leitung — wie die zu einem Kabel verbundenen Telegraphendrähte — durch, bis zur Endigung im Muskel oder in einem Sinnesorgan (Fig. 352).

Nervenbündel.

Die Bewegungsnerven der Nervenbündel verzweigen sich baumförmig in den Muskeln; die feinsten Nervenendäste münden in dem Nervenendhügel der Muskelfasern, um mit letzteren zu verschmelzen (s. o. § 213). Die Sinnesnerven enden auf verschiedenste Weise: die bloßen Empfindungsnerven fast allüberall im Körper; die Tastnerven in der Haut; die Sehnerven in der Netzhaut des Auges; die Gehörnerven im Labyrinth des Ohres; die Riechnerven in der Nasenschleimhaut; die Geschmacksnerven in den Geschmackswärzchen der Zunge.

Nervenendigung.

§ 214. Die Nervenzellen.

Nervenzellen.

Die Nerven- oder Ganglienzellen sind außerordentlich vielgestaltig und von verschiedenster Größe. So sind die Ganglienzellen in den Vorderhörnern des Rückenmarks besonders groß und können an seinen gefärbten Querschnitten schon mit bloßem Auge als feine Pünktchen wahrgenommen werden. An anderen Stellen, namentlich im Gehirn, werden sie wesentlich kleiner (Fig. 353).

Die Nervenzellen haben einen, zwei oder mehrere Fortsätze. Namentlich zahlreiche Fortsätze, welche der Ganglienzelle ein sternförmiges Aussehen geben, finden sich bei den Zellen im Rückenmark und an vielen Stellen des Groß- und Kleinhirns. Neben den sich sonst bis zu feinsten Fasern oder Fibrillen verzweigenden Fortsätzen findet sich bei den Nervenzellen des Rückenmarks stets ein unveräftelter Fortsatz, welcher Achsenzylinderfortsatz heißt, im weiteren Verlauf eine Markhülle erhält und dann eine markhaltige Nervenfaser darstellt. Verläuft diese Nervenfaser im Körper weiterhin zu einem Muskel, um in dessen Nervenendhügel sich zu verzweigen und mit der Muskelsubstanz gewissermaßen zu verschmelzen, so haben wir in diesem Falle den abgeschlossenen Teil einer Bewegungsnervenbahn, ein sogenanntes Neuron, vor uns, bestehend aus 1. Ganglienzelle; 2. Achsenzylinder oder Nervenfaser; 3. Endverzweigung der Nervenfaser im Muskel. —

Achsenzylinderfortsatz.

Fig. 353. Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks. a Achsenzylinderfortsatz. — Vergrößerung 300.

Die anderen Fortsätze der Ganglienzelle mit ihren Verzweigungen stellen Verbindungen mit benachbarten Ganglienzellen her.

Gehirn.

§ 215. Das Gehirn.

Das Gehirn füllt die gesamte Schädelhöhle aus und hat in seiner Hauptmasse eine halbkugelförmige Gestalt. Am Schädelgrund geht es durch das verlängerte Mark unmittelbar über in das Rückenmark, welches eine strangförmige Verlängerung des Hirns darstellt.

Großhirn und Kleinhirn.

Das Gehirn zeigt einen nach rechts und links symmetrischen Bau. Eine Querfurche, am hinteren Teil der halbkugeligen Oberfläche gelegen, teilt das Gehirn in einen vorderen und größeren Abschnitt: das Großhirn, und einen hinteren und unteren Abschnitt: das Kleinhirn. Großhirn und Kleinhirn sind durch einen an der Unterfläche des Hirns, der Hirnbasis gelegenen Hirnteil, die Brücke (oder Varolsbrücke) miteinander verbunden (Fig. 354). Beim Anblick von oben wird das Kleinhirn des Menschen von dem hinteren Abschnitt des Großhirns, vom Hinterlappen vollkommen bedeckt.

Eine tiefe Längsfurche, die Mittelspalte, in der Mittellinie von vorn nach hinten laufend, trennt zunächst das Großhirn in die beiden Halbkugeln oder Hemisphären. Sie sind in der Mitte durch den Balken, sowie an der Hirnbasis durch die Varolsbrücke miteinander verbunden.

Unvollkommener ist die Trennung des Kleinhirns, indem die Furche hier flacher ist. In der Längsfurche an der Unterfläche des Kleinhirns liegt das verlängerte Mark.

Halbkugeln des Großhirns.

An den Halbkugeln des Großhirns unterscheiden wir je drei Flächen: eine flache untere, der Schädelbasis aufliegend, eine ganz flache innere, welche der Mittelspalte zugekehrt ist und eine seitliche, konvex gewölbte Fläche. Die Oberfläche der

beiden Halbkugeln zeigt eine große Zahl von wulstförmigen verschlungenen Erhabenheiten, die **Hirnwindungen**, durch Furchen voneinander getrennt, im Aussehen einem Pack von Gedärmen ähnelnd. Am Kleinhirn sind diese Furchen schmal, ver-

Fig. 354. Ansicht des Gehirns von unten mit den Ursprüngen der Gehirnnerven.

laufen parallel von einer Kleinhirnhälfte über das Verbindungsstück hinweg zur anderen und geben dem Kleinhirn ein querstreifiges Ansehen (Fig. 355).

Innerhalb der beiden Halbkugeln des Großhirns befinden sich zwei mit Flüssigkeit gefüllte Hohlräume, die beiden seitlichen **Hirnhöhlen**. Eine dritte Hirnhöhle Hirnhöhlen.

Fig. 355. Seitenansicht des Gehirns. Stl Stirnlappen; Schl Scheitellappen; Sl Schläfelappen; Sp Sylvische Spalte; Hl Hinterlappen; Klh Kleinhirn; Br Brücke; Vm Verlängertes Mark.

befindet sich unter dem Balken, während eine vierte sich zwischen Unterfläche des Kleinhirns und oberer Fläche des verlängerten Markes befindet.

Hirnlappen.

Die Oberfläche der Halbkugeln des Großhirns zerfällt in je fünf Lappen: 1. der Stirnlappen, hinter dem Stirnbein gelegen und dem Dach der Augenhöhlen aufliegend; 2. der Schläfelappen, von dem Stirnlappen durch die tiefe Sylvische Spalte getrennt; 3. der Mittel- oder Scheitellappen, unter den Scheitelbeinen gelegen; 4. der Hinterlappen, nach hinten das Kleinhirn überragend; 5. der Stammlappen (auch Insel genannt), in der Tiefe der Sylvischen Spalte.

Verteilung der grauen und weißen Substanz.

Wie oben dargelegt, besteht das Hirn aus einer **weißen** Substanz, die lediglich Züge von Nervenfasern enthält, und einer graurötlich gefärbten sogenannten **grauen** Substanz, deren hervorragendsten Bestandteil die Nerven- oder Ganglienzellen bilden. Da die Nervenzellen die eigentlichen Herde des Nervenlebens bilden, so beansprucht die Entwicklung und Ausdehnung der grauen Substanz besonderes Interesse.

Graue Substanz
Balken
Seitliche Hirnhöhle
Dritte Hirnhöhle
Unterhorn der seitlichen Hirnhöhle
Brücke

Fig. 356. Querschnitt des Gehirns in der Richtung von links nach rechts. Die graue Substanz der Rinde und der Herde im Inneren dunkler getönt.

Im **Großhirn** bildet die graue Substanz vor allem eine etwa kleinfingerdicke Schicht, welche die gesamte Oberfläche des Großhirns überzieht. Je zahlreicher die Windungen der Halbkugeln des Großhirns und je tiefer die trennende Furche, um so größer ist die Flächenausdehnung und die Masse der Großhirnrinde. Außerdem kommen im Großhirn noch besondere stärkere Herde von grauer Substanz im Innern der Halbkugeln vor und zwar um die Hirnhöhlen gelagert (**Höhlengrau** oder **Gehirnganglien**).

Im **Kleinhirn** bildet die graue Substanz ebenfalls die Rinde. Letztere ist indes nicht gradlinig gegen die weiße Substanz abgesetzt. Vielmehr zeigt sich auf dem Durchschnitt, daß die weiße Substanz baumförmig verzweigt in die graue hineinragt, eine zierliche Figur bildend, welche als **Lebensbaum** bezeichnet wird (Fig. 325). Sie erinnert nämlich in ihrer Form an die rundlich zackigen Blätter der immergrünen Thuja occidentalis oder des Lebensbaums.

Verlängertes Mark.

Als **verlängertes Mark** bezeichnen wir das noch in der Schädelhöhle befindliche, durch das große Hinterhauptsloch in das Rückenmark sich fortsetzende Übergangsstück. Es zeigt eine vordere und hintere Längsfurche. Die Faserzüge des

verlängerten Marks kreuzen sich zum Teil und zwar sind es die beiderseits der vorderen Längsfurche zunächstliegenden sogenannten Pyramidenstränge, welche ihre Fasern nach der anderen Seite hinüberschicken. Da diese Fasern nach oben zur grauen Hirnrinde, wo der Ausgangspunkt der willkürlichen Bewegungen sich befindet, nach abwärts zum Rückenmark verlaufen und dort mit den Bewegungsnerven der Muskulatur des Körpers Verbindung haben, so erklärt es sich, daß Zerstörungen der Hirnsubstanz auf einer Seite Lähmungen der Muskulatur auf der entgegengesetzten Körperhälfte zur Folge haben. Blutungen (infolge von Schlagfluß), z. B. in der linken Großhirnhemisphäre können Lähmung des rechten Arms und des rechten Beins nach sich ziehen.

Zwischen dem Kleinhirn und der oberen Fläche des verlängerten Marks befindet sich die vierte Hirnhöhle. An ihrem Boden bilden die hier verlaufenden Faserstränge eine rautenförmige Figur, die Rautengrube. Der vordere spitze, dem Großhirn zugewendete Winkel dieser Rautengrube steht in Verbindung mit der dritten Hirnhöhle, der hintere spitze, dem Rückenmark zugewendete Winkel, auch „Schreibfeder" genannt, steht in Verbindung mit dem Zentralkanal des Rückenmarks. Der Boden der Rautengrube ist mit einer Schicht grauer, von queren weißen Streifen durchsetzten Substanz belegt. Diese Stelle hat als Ursprungsort des die Herzbewegung regulierenden und die Atemtätigkeit beeinflussenden 10. Hirnnerven eine ganz besondere Bedeutung. Namentlich liegt zu beiden Seiten der hintern Spitze der Rautengrube das koordinierende Zentrum für die unwillkürliche Atemtätigkeit. Diese Stelle heißt der Lebensknoten (von Flourens als „Noeud vital" bezeichnet). Zerstörung dieser Stelle des verlängerten Marks hat sofortiges Aufhören der Atembewegungen und damit den Tod zur Folge.

Rautengrube.

Atmungszentrum.

§ 216. Das Rückenmark.

Das Rückenmark.

Das mit seinen Häuten den Wirbelkanal bis zur Lendenwirbelsäule ausfüllende Rückenmark ist ein langes strangförmiges Gebilde von zylindrischer Form. Da, wo die starken Nerven für die oberen und die unteren Gliedmaßen abgehen, in der Gegend der letzten Halswirbel, sowie des letzten Brust- und ersten Lendenwirbels ist es stärker als an dem oberen Hals- und dem Bruststück. Es zeigt also eine Hals- und eine Lendenanschwellung. Das Rückenmark endet kegelförmig. Ein Büschel von Nerven füllt den Wirbelkanal der Lendenwirbel aus (als „Pferdeschweif" bezeichnet); ein Endfaden läuft bis in den Kreuzbeinkanal hinab.

Eine vordere und eine hintere Furche teilt das Rückenmark in seiner ganzen Länge in zwei halbzylindrische Seitenhälften. Ihre Mitte hängt durch einen schmalen Verbindungsteil, die Querkommissur, zusammen. In der Mitte dieser verläuft durch die ganze Länge des Rückenmarks ein feiner Kanal, der Zentralkanal. Er mündet nach oben, wie wir sahen, am hinteren Winkel der Rautengrube in die vierte Hirnhöhle. Der Zentralkanal steht somit in Verbindung mit den Hirnhöhlen. Dies ist begründet durch die Entwicklung des Gehirns und des Rückenmarks, welche aus einer zylindrischen Rinne, die sich später zu einem Rohr schließt, entstehen. Drei Blasen, zu denen sich das Kopfende dieses Rohres erweitert, bilden die erste Anlage des Gehirns.

Zentralkanal.

Anders wie im Gehirn, sind im Rückenmark die graue und weiße Substanz verteilt, indem im Rückenmark die graue Substanz im Innern liegt und den Zentralkanal umgibt, während die weiße Substanz die Rinde bildet. Auf einem Querschnitt des Rückenmarks gewahrt man im Verbindungsteil der beiden durch die vordere und

Graue und weiße Substanz.

die hintere Furche geschiedenen Seitenhälften den feinen Zentralkanal, und um diesen, eine etwa x-förmige Figur darstellend, die graue Substanz. Die nach vorn gehenden Schenkel dieser x-förmigen Figur, die Vorderhörner, enden breit und kolbig; die nach hinten gehenden Schenkel, die Hinterhörner, sind spitz ausgezogen. Die aus den Vorderhörnern entspringenden Nervenfasern sind Bewegungsnerven, die aus den Hinterhörnern entspringenden Empfindungsnerven. Die in den Vorder- und Hinterhörnern liegenden Nervenzellen, welche mit diesen Nervenfasern in Verbindung stehen, sind groß, sternförmig und reich verästelt. Die seitlich aus dem Rückenmark austretenden vorderen und hinteren Nervenfasern oder Nervenwurzeln vereinen sich beiderseits noch innerhalb der Zwischenwirbellöcher und gehen von da als gemischte Nerven zur rechten oder linken Körperseite (s. Fig. 354).

Vorder- und Hinterhörner.

Fig. 357. Querschnitt des Rückenmarks.

Vordere und hintere Nervenwurzeln des Rückenmarks.

Durchschneidet man bei einem Tiere die vorderen Nervenwurzeln des Rückenmarkes auf einer Seite, so wird die Muskulatur der ganzen betreffenden Körperseite gelähmt, während die Empfindung fortbesteht. Durchschneidet man auf der anderen Seite die hinteren Nervenwurzeln, so erlischt die Empfindung auf der betreffenden Körperseite. Es war der englische Physiologe Bell, welcher 1814 dieses bedeutsame Gesetz entdeckte.

Bellsches Gesetz.

§ 217. Häutige Hüllen des Hirns und des Rückenmarks.

Häutige Hüllen des Gehirns und des Rückenmarks.

Gehirn und Rückenmark sind mit mehreren häutigen Hüllen umgeben, welche die Zentralorgane in der Schädelhöhle und im Wirbelkanal befestigen, sowie Träger der zuführenden ernährenden und der ableitenden Blutgefäße sind.

Zunächst an die Knochenwände der Schädelhöhle und des Wirbelkanals legt sich die harte Hirnhaut (dura mater) an, welche sackartig das Gehirn umhüllt, auf das Rückenmark übergeht und als Blindsack in der Lendenwirbelsäule endet.

Harte Hirnhaut.

Am Hirn sendet die harte Hirnhaut stark vorspringende Fortsätze, in Form häutiger fester Platten, in die großen Trennungsfurchen und zwar in die Mittelspalte zwischen den beiden Großhirnhemisphären die Hirnsichel, die sich vom Hahnenkamm des Siebbeins zur Mitte des Hinterrandes des Hinterhauptloches erstreckt, während, die Hirnsichel kreuzend, das Hirnzelt in die Querfurche zwischen Groß- und Kleinhirn sich einschiebt und, als zeltartiges Dach über dem Kleinhirn ausgespannt, dieses vor dem Druck des Großhirns schützt. Indem die harte Hirnhaut am Ursprung ihrer Fortsätze vom Schädeldach sowie an deren Saum in zwei Blättern auseinanderweicht, entstehen spaltförmige Hohlräume, die als Blutleiter für größere Blutaderbahnen des Gehirns dienen.

Im Rückenmark befindet sich ein Zwischenraum zwischen der harten Haut und dem Mark. Dieser Zwischenraum ist namentlich groß an den beweglicheren Stellen des Rückgrats, im Hals- und Lendenteil der Wirbelsäule.

Unter der harten Hirnhaut folgt zunächst die zarte Spinnwebenhaut, und unter dieser die Gefäßhaut (pia mater). Die Gefäßhaut ist die Trägerin der ernährenden Blutgefäße; sie schmiegt sich der Oberfläche des Gehirns und des Rückenmarks fest an, und folgt dieser in alle Furchen und Einsenkungen.

Zwischen der Spinnweben- und der Gefäßhaut befindet sich die Hirn-Rückenmarksflüssigkeit. Sie findet sich auch in den Hirnhöhlen und dem Zentralkanal

Hirn-Rückenmarksflüssigkeit.

vor. Die Gesamtmenge dieser Flüssigkeit beträgt etwa 100 ccm. Stark vermehrt erscheint sie beim sogenannten Wasserkopf, einer Krankheitsform, die neben anderen Störungen der Entwicklung meist zum Schwund jeder gesunden geistigen Tätigkeit führt; bei früher Heilung und entsprechender Entwicklung des Gehirns können sich aber umgekehrt darnach besonders starke geistige Fähigkeiten entwickeln (Beispiele: Helmholtz und Adolf Menzel).

§ 218. Gewicht und Größe des Gehirns.

Gewicht und Größe des Gehirns.

Der Rauminhalt des Schädels beträgt für den Mitteleuropäer im Durchschnitt: 1500 ccm beim Manne, 1300 ccm beim Weibe; das Hirngewicht beim deutschen Manne 1362 g, beim deutschen Weibe 1219 g im Mittel (von Bischoff). Das Hirngewicht der asiatischen Rassen ist etwa um 50 g, das der australischen Rasse um 100—150 g geringer. Daraus auf ein unmittelbares Verhältnis zwischen Hirngröße und geistiger Leistungsfähigkeit zu schließen, ist indes nicht ganz gerechtfertigt. Bei einzelnen geistig sehr hervorragenden Männern hat man zwar ungewöhnlich großen Rauminhalt des Schädels und außerordentliches Hirngewicht gefunden — bei anderen aber auch eine Hirngröße, die noch unter den Mittelwert herabging. Die Grenzen des Hirngewichts vollsinniger Menschen schwanken etwa zwischen 900 g und 2000 g. Wird das Hirngewicht noch kleiner als 900 g, so ist auch geistige Minderwertigkeit vorhanden. Bei den Mikrocephalen, jenen kleinköpfigen Idioten, welchen die menschlichen Verstandeskräfte so gut wie gänzlich mangeln, ist das Hirngewicht nicht größer als das der menschenähnlichen Affen, 400—500 g. Solche Kleinheit des Gehirns, welche sich entweder auf das Gesamthirn oder auf einzelne Teile des Hirns erstrecken kann, entsteht meist durch krankhafte Störung im Wachstum der Schädelknochen, indem die Schädelnähte vorzeitig sich schließen und verknöchern.

Absolutes Hirngewicht.

Mikrocephalie.

Aus der Tierreihe ist nur das Gehirn des Elefanten und das des Walfisches größer als das Menschenhirn.

Auch wenn man das Gehirngewicht in Vergleich setzt zum Körpergewicht, erhält man keinerlei Anhaltspunkte, welche einen ziffernmäßigen Maßstab für die Größe der Verstandeskräfte gewähren. Im Mittel bildet das Gehirn etwa $^1/_{50}$ des Körpergewichts. Indes macht die Körpergröße und Körperfülle hier schon einen wesentlichen Unterschied.

Verhältnis vom Hirngewicht zum Körpergewicht.

Die Beobachtung, daß bei den Gehirnen einzelner geistig besonders hervorragender Männer — das Gehirn des großen Mathematikers Gauß findet man als Beweisstück oft abgebildet — die Zahl der Windungen des Gehirns besonders groß, und die Furchung besonders tief ist, während beim Negerhirn, und erst recht beim Affenhirn die Windungen und Furchungen der Hirnoberfläche weit geringer an Zahl und Tiefe sind, lehrt, daß im ersteren Falle die Flächenentwicklung der großen Hirnrinde eine besonders große ist, während sie beim Neger geringer, und sehr viel geringer beim menschenähnlichen Affen wird. Die Dicke der grauen Hirnrinde ist dabei allerdings nicht berücksichtigt. Bei der Beurteilung solcher Verhältnisse darf man nicht außer acht lassen, daß ein mittelmäßig veranlagter Kopf bei sehr sorgfältiger Erziehung ein fleißiger und auf seinem Sondergebiet auch erfolgreicher Gelehrter, Techniker, Industrieller usw. werden kann. Andererseits können gute Geistesanlagen bei schlechter Erziehung in engen Verhältnissen und beim Mangel jedweder Anregung verkümmern. Die angestellten Vergleiche z. B. zwischen Gehirnen von Universitätslehrern und von gewöhnlichen Arbeitern haben also nach keiner Richtung hin irgendwelche Beweiskraft.

Gehirnoberfläche.

Verhältnis der einzelnen Hirnteile zu einander.

Zweifellos ist der Herd der höheren geistigen Tätigkeiten in der grauen Rinde der beiden Hemisphären des Großhirns zu suchen, während andere Gehirnteile und zwar vor allem das verlängerte Mark und das die Verbindung von Groß- und Kleinhirn bildende Mittelhirn den Sitz automatisch wirkender Nervenzentren darstellen. Da zeigt sich nun, daß das Verhältnis des Großhirns, als des Sitzes der Intelligenz, zu den automatisch wirkenden Hirnteilen dem Hirn des Menschen seinen besonderen Charakter verleiht. Beim Menschen ist die Hirnrinde verhältnismäßig am weitaus stärksten entwickelt gegenüber den automatisch wirksamen Hirnteilen, beim Tierhirn ist die Entwicklung der letzteren im Verhältnis weit mächtiger. Das Hirn des Affen kommt in dieser Richtung dem Menschenhirn noch am nächsten.

Die Großhirnrinde.

§ 219. Die Großhirnrinde.

Beim schlafenden Menschen, bei welchem die Tätigkeit der Großhirnrinde eingestellt ist, fehlt sowohl die Empfindung für die Vorgänge in der Außenwelt – soweit nicht heftige Erregungen der Gefühls- oder der Sinnesnerven den Schlafenden aufwecken – als auch willkürliche Bewegung und geistige Tätigkeit. Nur beim Übergang vom Wachen zum Schlaf, oder vom Schlaf zum Wachen äußert sich in mehr oder weniger verschwommenen, oft phantastischen Traumbildern eine Art geistigen Empfindens und Schaffens. Der tiefe Schlaf ist traumlos, der Mensch gleicht darin einem Wesen, dem beide Halbkugeln des Hirns entfernt sind. Dagegen finden auch im tiefen Schlafe zahlreiche Körpertätigkeiten ihren Fortgang. Regelmäßig geht der Atem, geht der Herzschlag; es arbeiten die Verdauungs- und Harnorgane; bei überwarmer Bedeckung im Nachtlager erweitern sich die Hautblutgefäße und es wird Schweiß abgesondert usw. Selbst leichte Körperbewegungen, anscheinend zweckmäßig, werden bei unbequemer Lage, bei Kitzel auf einer Hautstelle ausgeführt, ohne daß dies dem Schlafenden zum Bewußtsein kommt. Ja in den seltenen Fällen des Nachtwandelns sehen wir wohlgeordnete Bewegungen mit vollkommener Erhaltung des Gleichgewichts ausgeführt. Alle diese mannigfachen unbewußten Tätigkeiten stehen unter Nerveneinfluß, vollziehen sich unter der maschinenmäßigen und automatischen Arbeit großer Abschnitte der Zentralorgane: des Mittelhirns, des Kleinhirns, des verlängerten Marks, des Rückenmarks.

Unwillkürliche Tätigkeiten im Schlaf.

Die Tätigkeiten der willkürlichen überlegten Bewegung, der bewußten Empfindung und der sinnlichen Wahrnehmung haben dagegen ihren Sitz in der grauen Substanz, welche die Oberfläche des Großhirns überzieht, in der Großhirnrinde. Hierhin leiten die Empfindungsbahnen und veranlassen die Wahrnehmung äußerer Eindrücke, von hier aus gehen alle durch Willen und Vorstellung erregbaren Bewegungsfasern.

Hirnzentren.

Es befinden sich demnach in der Großhirnrinde Zentralstellen: Bewegungszentren, Sinneszentren und sogenannte Assoziationszentren, in denen die Erregungen mehrerer Sinnesorgane in höhere Einheiten zusammengefaßt werden. Teils durch Verfolgung der Faserausstrahlung der Nervenbahnen in die Hirnrinde oder den Hirnmantel, teils durch Beobachtung des Ausfalls gewisser geistiger Tätigkeiten nach Zerstörung bestimmter umschriebener Stellen des Gehirns (z. B. nach leichten Schlaganfällen), teils durch das Tierexperiment hat man die Lage einer ganzen Reihe solcher Zentren ermittelt und eine förmliche Karte der Großhirnfläche festgestellt, welche z. B. die Ursprungspunkte für die Bewegungsnerven der verschiedenen Muskelgebiete des Körpers (Arm-, Bein-, Rumpfmuskeln usw.) angibt. Am längsten bekannt ist das in der Gegend der 3. linken Stirnmündung gelegene Sprachzentrum. Ihm be-

nachbart ist der Sitz des Wortgedächtnisses. Zerstörung dieser Hirnpartie (z. B. durch Blutaustritt) bedingt Verlust des Sprachvermögens (Aphasie). Wie die Koordination der Sprache ihr Zentrum hat, so auch die Koordination der Schreibbewegungen. Bei Zerstörung dieses erlischt die Fähigkeit des Schreibens (Agraphie), wobei die Worte in der Vorstellung vorhanden sein können.

Sensorielle Zentren.

Hinsichtlich des Sehens unterscheiden wir eine Sehsphäre im Hinterlappen des Hirns, welches die Wahrnehmung der Gesichtseindrücke vermittelt, und ein psycho-optisches Zentrum, in welchem die Erinnerungsbilder gewissermaßen aufbewahrt werden, welche dazu dienen, neue Gesichtseindrücke richtig zu deuten. Ist nun letzteres zerstört, so tritt die sogenannte „Seelenblindheit" ein, d. h. Gegenstände und Personen werden wahrgenommen, aber nicht erkannt. Ein besonderes Erinnerungsfeld besteht auch für geschriebene oder gedruckte Worte und Zahlen.

Bei krankhafter Erregung des psycho-optischen Zentrums können sich Visionen und Gesichtsphanthasmen einstellen. —

Ähnlich liegt die Sache bezüglich des Gehörorgans. Auch hier besteht neben der Hörsphäre, wo Gehörseindrücke bewußt wahrgenommen werden, ein besonderes Erinnerungsfeld, das „psycho-akustische" Zentrum zu deren Deutung. Fällt dieses Zentrum durch Zerstörung aus, so tritt „Seelentaubheit" ein, man hört sprechen, aber versteht die Sprache nicht, so, als ob man eine in der Jugend gelernte Sprache vergessen hat. Der Sitz der Hörsphäre ist wahrscheinlich im Schläfelappen des Hirns, und zwar in der Tiefe der Sylvischen Spalte zu suchen.

Faserverlauf im Hirn und Rückenmark.

Mit unendlicher Mühe hat so die neuere Forschung versucht, den Verlauf der vom Rückenmark durch das verlängerte Mark und die Hirnstiele zum Gehirn führenden Empfindungsfasern, ebenso wie den Verlauf der von der Hirnrinde ausgehenden und zum Rückenmark führenden Bewegungsfasern, sowie endlich den der verbindenden Assoziationsfasern zu verfolgen und festzustellen.

Die von der Hirnrinde ausgehenden Bewegungsfasern gehen durch die Hirnstiele in die Pyramiden des verlängerten Marks. Hier geht die Mehrzahl dieser Nervenfasern zur entgegengesetzten Seite und läuft abwärts zu derjenigen Gegend des Rückenmarks, von wo die betreffenden Fasern seitwärts austreten, um als Bewegungsnerv zu bestimmten Muskelgruppen zu gelangen.

Peripheres Neuron.

Einen Teil einer solchen Bewegungsnervenbahn, eine Nerveneinheit oder Neuron, bestehend aus Rückenmarksganglienzelle, Nervenbahn (Achsenzylinder) und Endverzweigung dieser Nervenbahn im Muskel, hatten wir oben bereits kennen gelernt. Wir nennen diesen Abschnitt einer Nervenbahn: peripheres Neuron (Fig. 358).

Zentrales Neuron.

Nun steht die Rückenmarksganglienzelle durch ihre Fortsätze in irgend einer Verbindung mit der baumwurzelförmig gestalteten Endverzweigung einer weiteren Nervenfaser, welche im Rückenmark nach aufwärts verläuft, in den Pyramidensträngen nach der entgegengesetzten Körperseite geht, und in einer Ganglienzelle der Hirnrinde endet, deren Achsenzylinderfortsatz sie darstellt. Dieses Neuron, bestehend also aus Hirnzelle, Nervenfortsatz und Endverzweigung des letzteren im Rückenmark bildet den weiteren Abschnitt der Bewegungsnervenbahn. Wir nennen ein solches: zentrales Neuron (s. Fig. 359).

Fig. 358. Peripheres Neuron (Schematisch).
g — Ganglienzelle im Vorderhorn des Rückenmarks; a — Achsenzylinderfortsatz; n — Nerv; e dessen Endigung i. quergestreiften Muskel M.

Es liegt also bei der Bahn eines Bewegungsnerven die Ganglienzelle eines peripheren Neurons auf derselben Körperseite, wie das Endorgan, der Muskel, die Ganglienzelle des zentralen Neurons aber auf der entgegengesetzten Körperseite.

Verlauf der Bewegungsfasern.

So liegt z. B. das Zentrum der willkürlichen Bewegungen des rechten Armes an einem bestimmten Punkte der linken Großhirnrinde. Die den Nervenzellen dieser Gegend entspringenden Faserzüge würden also im verlängerten Marke nach der rechten Seite gehen, d. h. mit den zum linken Arm gehenden und von dem entsprechenden Punkte der rechten Großhirnseite kommenden Fasern sich kreuzen, und dann im Rückenmark abwärts steigen bis zu dessen unteren Halsteil, wo sie, sich aufsplitternd oder verzweigend in Beziehung treten zu den dort befindlichen Bewegungsnervenzellen im Vorderhorn des Rückenmarks. Aus diesen Bewegungszellen entspringen dann die Achsenzylinderfortsätze, welche seitlich aus dem Rückenmark austreten, um als Armnerven zu den Muskeln des rechten Armes zu gelangen. Ähnlich verlaufen von einem anderen Punkte der Hirnrinde beiderseits die Faserzüge der Beinnerven, kreuzen sich ebenfalls im verlängerten Mark und laufen im Rückenmark abwärts bis zur Lendenanschwellung des Rückenmarks, wo sie seitlich als Beinnerven austreten.

Kreuzung der Bewegungsfasern.

Vermöge dieser Kreuzung der Bewegungsfasern steht also die linke Hirnhälfte den Bewegungen der rechten Körperseite, die rechte Hirnhälfte den Bewegungen der linken Körperseite vor.

Fig. 359. Bewegungsnervenbahn. G Gehirn; gl Ganglienzelle der linken, gr der rechten Hirnseite mit ihren Nervenfortsätzen; Pk ihre Pyramidenkreuzung und Endverzweigung im Rückenmark (RM). Hier enden die beiden zentralen Neuron und treten in Beziehung zu den peripheren Neuronen, deren Endorgane die Muskeln der rechten (Mr) und linken Körperseite (Ml) sind.

Indes kreuzen sich nicht alle Bewegungsfasern. Ein Teil verbleibt auf derselben Seite, und zwar wahrscheinlich die Leitungen zu denjenigen Muskeln, welche, wie die Atemmuskeln, die Bauchmuskeln, und die Muskeln um After und Harnröhre stets beiderseitig in Tätigkeit gesetzt werden.

Die Bahnen der Empfindungsnerven sind ähnlich wie die Bahnen der Bewegungsnerven gestaltet, nur etwas verwickelter, aus drei oder mehr Neuronen bestehend. Die Fasern, welche von den Nervenendigungen in der Haut, den tieferen Geweben und den Muskeln entstammen, und unserem Bewußtsein Schmerzgefühle, Druckgefühle, das Gefühl für Wärme und Kälte, sowie das Muskelgefühl übermitteln, treten als Empfindungsfasern in die Hinterhörner des Rückenmarks ein. Ihre Bahnen (die Verbindungen der verschiedenen Neurone lassen wir dabei außer acht) gehen im Rückenmark aufwärts, kreuzen sich, zum Teil schon im Rückenmark, mit den Empfindungsbahnen der entgegengesetzten Seite und enden nach Durchtritt durch das verlängerte Mark und die Hirnstiele in der Hirnrinde. Und zwar in ganz bestimmten Gebieten dieser. Denn wie für die willkürliche Bewegung der verschiedenen Muskelgebiete, so sind auch für die bewußte sinnliche Wahrnehmung von Empfindungs- und Sinneseindrücken von den verschiedenen Sinnes-

organen und den verschiedenen Körpergegenden her besondere Empfindungsgebiete (psychosensorielle Zentren) über die graue Hirnrinde verteilt. Zerstörung eines solchen Zentrums hebt die bewußte Empfindung der hier mündenden Sinneserregungen auf. —

Weitere Verbindungen der Empfindungs- und Bewegungsbahnen.

Diese Bahnen der Empfindungs- und Bewegungsnerven gehen aber außer der beschriebenen Verbindung mit den Nervenzellen der grauen Hirnrinde auch noch andere Verbindungen und Verknüpfungen ein. Schon im Rückenmark selbst bestehen quere Verbindungen zwischen den Empfindungs- und den Bewegungsbahnen (Reflexbogen). Sie sind weiterhin durch Faserzüge verbunden mit dem Kleinhirn und den Herden grauer Substanz (Gehirnganglien) im Innern des Großhirns. — All diese Verbindungen sind von großer Wichtigkeit für das Zustandekommen der unten noch zu besprechenden Reflex- und halbautomatischen Bewegungen.

Assoziationsfasern.

Vor allem gibt es aber auch in der Großhirnrinde noch zahlreiche Fasern, welche keine Beziehung zum Rückenmark und damit zu den Bewegungs- oder den Sinneszellen des Körpers besitzen, sondern in mehr tangentialer Richtung zu der halbkugelig gekrümmten grauen Hirnrinde lediglich in dieser Rinde gelegene Punkte miteinander verknüpfen. Wir nennen diese Fasern „Assoziationsfasern". In den Ganglienzellen, welche durch diese Fasern verbunden werden, haben wir den Sitz des höheren geistigen Lebens zu vermuten. Denn hier ist es, wo Sinneseindrücke, wie wir sahen, gewissermaßen aufgespeichert werden; wo neue Eindrücke mit früheren verglichen und dementsprechend gedeutet werden. Auf Grund dessen werden dann je nachdem Beschlüsse gefaßt und deren Übertragung auf die Bewegungsbahnen durch den Willen übermittelt.

Es ist bemerkenswert, daß die radiär zum grauen Hirnmantel hinziehenden Bewegungs- und Empfindungsfasern schon in der allerersten Kindheit, beim Säugling, fertig entwickelt sind, weiter gewachsen als Fortsätze der Ganglienzellen selbst. Die verknüpfenden Assoziationsfasern reifen jedoch erst im Laufe vieler Monate, mit dem Erwachen der Bildung von Vorstellungen und Gedanken. „Die Sinneszentren und die geistigen Zentren, sind untereinander durch Millionen wohl isolierter, insgesamt tausende von Kilometern messender Leitungen verbunden . . . und aus dieser Mechanik resultiert die Einheitlichkeit der Großhirnleistungen." (Flechsig.)

§ 220. Die Reaktionszeit.

Die Reaktionszeit.

Soll auf eine von außen gegebene, durch ein Sinnesorgan übermittelte Anregung — z. B. auf einen hörbaren Befehl oder ein sichtbares Zeichen hin — eine willkürliche Bewegung gemacht werden, so verläuft zwischen der ersten Einwirkung der Gefühlserregung in dem betreffenden Sinnesnerven (durch Schall- oder Lichtwelle, Tasteindruck und dergl.) und der folgenden willkürlichen Bewegung eine gewisse Zeit: die Reaktionszeit. Diese beträgt auch dann noch bis zu $^1/_5$ Sekunde, wenn die betreffende Bewegung eine vorher verabredete, kurze und einfache ist, z. B. im Geben irgend eines Zeichens besteht.

Man hat die Reaktionszeit so bestimmt, daß eine Versuchsperson auf einen Sinneseindruck durch ein mit der Hand gegebenes Zeichen antwortete. So beträgt z. B. für die Schalleindrücke die Reaktionszeit 0,136 — 0,167 Sekunden, für Lichteindrücke 0,15 — 0,22 Sekunden.

Diese Reaktionszeit setzt sich zusammen aus: 1. Erregung des Sinnesnerven und Fortpflanzung der Erregung zum Gehirn. Hier muß 2. diese Sinneserregung

25*

(z. B. Gesichts- oder Gehöreindruck) ins Bewußtsein eintreten und 3. durch die Aufmerksamkeit erfaßt werden. Es folgt 4. mit gewisser Dauer die Willensanregung, welche die zeichengebende Bewegung auslöst; sie muß 5. dem Bewegungsnerven entlang zum zeichengebenden Muskel laufen.

Zeitmessen mit der Rennuhr.

Infolge des Vorhandenseins dieser Reaktionszeit wird z. B. beim Zeitmessen mit der Rennuhr, wie sie für den Wettlauf oder das Radrennen gebräuchlich ist, der Druck auf den Knopf der Uhr und damit das Laufen des meist Fünftel-Sekunden angebenden Zeigers stets einen kleinen Bruchteil einer Sekunde nach dem gegebenen Zeichen (Pistolenschuß, Senken einer Fahne und dergl.) erfolgen. Ein Gleiches ist natürlich der Fall für das Losschießen des Läufers. Ebenso wird dieser kleine Fehler sich wiederholen bei der Ankunft des Läufers oder Rennfahrers am Ziel. Gute Übung im Zeitnehmen, ebenso wie die gespannte Aufmerksamkeit der Zeitnehmer und der Läufer verringern, wie wir gleich sehen werden, diese Fehlerquelle, so daß Messungen mit Fünfteln der Sekunde noch hinreichende Genauigkeit haben. Dagegen sind Messungen der Lauf- und Fahrgeschwindigkeiten durch Renn- oder Stechuhren, welche noch Zehntel-Sekunden anzeigen, zwecklos. Die erhaltenen Ergebnisse können doch keine untrüglich genauen sein. Eine so feine Zeitmessung könnte nur mit selbsttätigen elektrischen Vorrichtungen erfolgen, deren Verwendung übrigens auch wiederholt und mit Erfolg versucht worden ist.

§ 221. Verlängerung und Verkürzung der Reaktionszeit.

Verlängerung und Verkürzung der Reaktionszeit.

Die Zeit, welche zwischen einem von außen kommenden, durch die Sinnesorgane vermittelten Bewegungsantrieb und der daraufhin erfolgenden Bewegung selbst erfolgt, kann unter Umständen eine längere werden, oder eine Verkürzung erfahren.

Verlängerung der Reaktionszeit.

A. Verlängert wird die Reaktionszeit, so daß die Auffassung des Sinneseindrucks und die darauf erfolgende Bewegung träger verläuft, bei allen Zuständen, welche die Erregbarkeit der Nerven, der Hirntätigkeit oder der Muskulatur herabsetzen. Hierhin gehören:

Ermüdungszustände.

1. Ermüdungszustände, mögen sie nun mehr örtlicher Art (Muskelermüdung, Hirnermüdung) sein, oder auf allgemeiner Ermüdung und Erschöpfung beruhen. Stets beeinträchtigen solche die Schnelligkeit der Auffassung z. B. eines Befehls und die Promptheit der Ausführung dieses Befehls.

Einwirkung von Alkohol usw.

2. Einwirkung bestimmter Stoffe. Von den Stoffen, welche die Erregbarkeit des Nervensystems steigern oder herabsetzen, sei vor allen der Alkohol genannt. Er hat schon in kleineren Gaben eine anfänglich erregende, später lähmende Wirkung. Letztere wird um so stärker, und die Verlängerung der Reaktionszeit d. h. Trägheit des Erfassens und des Handelns, tritt um so vollständiger und um so eher ein, je größer die genossene Alkoholmenge ist und je schneller sie einverleibt ward. Vorheriger Alkoholgenuß beeinträchtigt also die Fähigkeit zu solchen Leibesübungen, welche schnelles Auffassen und schnellstes entsprechendes Handeln verlangen, wie dies z. B. beim Ballspiel, beim Fechten, beim Ringen der Fall ist. Dabei braucht an eigentlich berauschende Mengen noch gar nicht gedacht zu werden. Umgekehrt bewirken Tee und Kaffee — in gewohnter kleiner Menge natürlich — eine Verkürzung der Reaktionszeit, da Teobromin oder Kaffein die Erregbarkeit des Nervensystems steigern. Ähnlich wirkt die Fleischbrühe (s. o.).

Tee und Kaffee.

Unlustgefühle.

3. Unlustgefühle. Alle Unlustgefühle, wie Unbehagen, Schmerz, Ekel, Langeweile, Verdrossenheit schwächen die Herztätigkeit, setzen vor allem die Muskelenergie

herab und wirken herabstimmend und hemmend auf die Erregbarkeit des Nervensystems. Daher hier die Reaktionszeit wesentlich verlängert erscheint, die Auslösung von Bewegungen träge erfolgt. Für den Betrieb von Leibesübungen ergibt sich auch hieraus, daß langweilender Drill, ewige Wiederholung von Ordnungsübungen, ein geistloses Einerlei von Freiübungen oder von Gemeinübungen am Gerät die Übenden abstumpft und frische schneidige Leistungen nimmer erzielt. Vor allem nicht bei der Jugend, deren Nerventätigkeit von Unlust- oder Lustgefühlen in besonders hohem Grade beeinflußt wird. Beim Erwachsenen vermögen Pflichtgefühl, Zucht und Willenskraft schon eher den hemmenden Einfluß solcher Unlustgefühle niederzukämpfen.

Verwickelte Bewegungen.

4. Verwickelte Bewegungen. Verlängert wird die Reaktionszeit ferner, wenn die geforderte Bewegung nicht aus einem einfachen Zeichengeben (z. B. Heben der Hand) besteht, sondern eine verwickeltere, wohlkoordinierte Bewegung sein soll, die erst zurechtgelegt werden muß. —

Verkürzung der Reaktionszeit.

B. Verkürzung der Reaktionszeit, d. h. ein schnellerer, fast augenblicklicher Ablauf der auf einen Sinneseindruck hin erfolgenden Bewegung, tritt ein:

Wirkung der Lustgefühle.

1. Beim Vorhandensein von Lustgefühlen. In hohem Grade machen Lustgefühle, wie Freude und Heiterkeit, Wetteifer, Begeisterung und dergl. die Herzarbeit steigern, versetzen Nerven und Muskeln in erhöhte Erregbarkeit und begünstigen schnellsten leichten Ablauf der Vorgänge des Erfassens, des Wollens und des Ausführens mittels Muskelzusammenziehung. Diese günstige Beeinflussung der körperlichen Leistungsfähigkeit durch die Lustgefühle tritt wiederum in besonders ausgesprochenem Maße bei der Jugend hervor. Wenn Gutsmuths das Turnen der Jugend als eine „Arbeit im Gewande jugendlicher Freude" betrieben wissen will, so ist damit ein Fingerzeig gegeben, der beim Betrieb von Leibesübungen in der Schule nie genug beherzigt werden kann. Nur da wird das Schulturnen vollen Erfolg erzielen und wird die Jugend dazu bringen, auch nach beendeter Schulzeit die Übungsplätze weiterhin aufzusuchen, wo das Turnen von frischem, fröhlichem Geist durchweht ist, wo dem Bewegungstrieb und dem Tatendrang der Jugend genügend freie Bahn gelassen und alles vermieden wird, was die Turnstunde zu einer bloßen Lehrstunde stempelt. Der Turnlehrer muß es verstehen, auf dem Turnplatze in turnerischer Art mit seinen Schülern zu leben, muß mehr der Anführer sein als der Lehrer. Das verträgt sich durchaus mit derjenigen straffen Leibeszucht und der Schulung zur Willenskraft und zum Mute, welche ein rechtes Schulturnen nicht vermissen lassen darf.

Wert der Freude beim Turnen.

Lustgefühle des Spiels.

Noch mehr ist die Freude, sind die Lustgefühle vorherrschend beim Spiel. Das frohe Tummeln auf dem Spielplatz unterm freien Himmelszelt ist für unsere Jugend, wie Herbert Spencer mit Recht bemerkt, eine wertvolle Nervenstärkung. Die Lust, welche dem Kinde die erheiternden Wechselfälle der von ihm betriebenen Scherzspiele gewähren, der Wetteifer, welcher den Knaben und Jüngling bei den besseren Kampfspielen beseelt, lassen alle die mannigfachen Bewegungen leichter vollziehen, erhöhen den Bewegungstrieb und die Bewegungsfähigkeit ungemein. Die Summe von Laufbewegung z. B., die bei lebendigem Spiel der Knabe „spielend" leistet, wird ihm zu vollbringen schwer fallen, ja unmöglich werden bei Laufübungen auf Befehl. —

Übung.

2. Die Reaktionszeit wird weiterhin auch abgekürzt durch Übung. Der, welcher häufig geübt hat, auf eine von außen kommende Anregung, auf einen Gehörseindruck (kurzer Befehl oder Knall) oder auf einen Gesichtsausdruck (schnell gegebenes Zeichen) mit schnellster Bewegung zu antworten und einzusetzen, wird dazu eines stetig kürzer werdenden Augenblicks bedürfen. Beim Wettlauf z. B. über ganz kurze Strecken, wo kleine Bruchteile einer Sekunde schon ins Gewicht fallen, ist es eine der wichtigsten Vorübungen, immer und immer wieder zu starten, d. h. auf das gegebene Ablaufzeichen augenblicklich loszuschießen und ohne weiteres in voller Bewegung zu sein.

Aufmerksamkeit.

3. In hervorragendem Grade kürzt sich die Reaktionszeit ab durch gespannte Aufmerksamkeit. Bei der Aufmerksamkeit wendet sich das Bewußtsein ganz bestimmten Vorstellungen in höherem Grade zu als andern. In den Fällen, welche Gegenstand dieser unserer Betrachtung sind, sind die Eindrücke, auf welche die Aufmerksamkeit gerichtet wird, zukünftige. Dieses Gefühl der Erwartung ist z. B. vorhanden beim Turner oder beim Soldaten, der im Gliede stehend, nach erfolgtem Ankündigungsbefehl „Abteilung!" oder „Bataillon!" auf den Ausführungsbefehl „Marsch!" wartet. Es ist ferner vorhanden beim Läufer, der gespannt an der Ablaufstelle steht, um auf das Ablaufzeichen zu passen; es ist andauernd und in starkem Grade vorhanden beim Fechter, der Aug' in Auge seinem Gegner gegenübersteht, um blitzschnell jeder Angriffsbewegung die schützende Abwehrbewegung oder den Gegenangriff folgen zu lassen.

Bei solch gespannter Aufmerksamkeit bringt uns ein eigentümliches Gefühl zum Bewußtsein, daß wir bestimmte Nervenzentren, Nervenbahnen und — bei vorauszusehenden Bewegungen, wie in obigen Beispielen der Fall — willkürliche Muskeln in erhöhte Erregbarkeit versetzen. Nerven und Muskeln werden gewissermaßen mit Energie vorher geladen. Tritt das erwartete Ereignis, der auslösende Stoß plötzlich ein, so erfolgt fast mit gleicher Plötzlichkeit die vorbereitete Bewegung. Das heißt also, daß die Reaktionszeit (ebenso wie die dazu gehörige Vorbereitungszeit oder latente Reizung des Muskels [s. § 85]) wesentlich abgekürzt wird. Solches Versetzen von Nerven und Muskeln in den Zustand erhöhter Erregbarkeit und Spannung bedingt natürlich eine innere Tätigkeit der Nerven. Diese Tätigkeit ist eine angreifende und kann, wenn längere Zeit in einem fort unterhalten, selbst bis zur Erschöpfung führen.

Ein guter Schachspieler muß bekanntlich in angestrengter Weise seine Gedanken auf das Spiel konzentrieren, um jedesmal dem Zug des Gegners den wirksamsten Gegenzug entgegenzusetzen. Indes kann er seinen Zug doch stets in Ruhe sich überlegen, kann alle möglichen Angriffs- oder Verteidigungsmaßnahmen überdenken, um daraus die ihm am besten erscheinende zu wählen und auszuführen.

Spannung beim Fechten und Ringen.

Anders der Fechter. Aug' in Auge seinem Gegner gegenüber, mit gespanntester Aufmerksamkeit auf jede Regung und Bewegung bei ihm achtend, hat er mit bloßer dünner Klinge seinen Leib zu schützen. Nicht auf eine einzelne bestimmte Bewegung, wie der des Ablaufzeichens harrende Läufer muß er vorbereitet sein, sondern auf zahlreiche Abwehr- und Angriffsmaßnahmen. Entschluß und Ausführung müssen immerzu augenblicklich erfolgen — der Zeitverlust nur eines kleinen Bruchteils einer Sekunde genügt, um mit dem Parieren zu spät zu kommen und vom Gegner getroffen zu werden, oder um die Gelegenheit zu wirksamem Stich oder Hieb zu versäumen. Bei längerem Fechtgange muß die nötige Spannung und Erregung der Nerven und Muskeln in einem fort unterhalten werden. Wenn auch, als bloße Muskelarbeit gerechnet, die bei einer halben Stunde Stoßfechtens zwischen zwei geübten und feurigen Gegnern vorkommenden Bewegungen im ganzen eine nicht sehr beträchtliche Arbeitssumme vorstellen, so fühlen sich solche Fechter gleichwohl nach einem derart langen Fechtgang ganz außerordentlich angegriffen und erschöpft, erleiden zuweilen sehr starken Schweißverlust und überraschend große Gewichtabnahme (Beobachtungen von Gewichtabnahme bis zu 1500 g in einer Fechtstunde liegen vor). Es ist die große Nervenarbeit, welche jene starken Ermüdungserscheinungen veranlaßt. Das Fechten — namentlich das Fechten mit dem Stoßfechtel oder Degen; das Stockfechten ist in Deutschland noch kaum eingeführt — ist der Typus einer Übung, welche weit mehr die Nerven belastet und ermüdet, als die Muskeln.

In ähnliche Spannung muß sich auch der Ringer (sowie der Boxer) im Ringkampf versetzen. Auch er hat in steter gespannter Aufmerksamkeit, in steter innerer

Aufregung auf jede Bewegung des Gegners zu achten, um ihr augenblicklich zu begegnen, hat jede sich flüchtig darbietende Blöße des Gegners augenblicklich auszunutzen. Zu dieser Nervenanstrengung kommt aber beim Ringen noch die Höchstanstrengung der Muskulatur hinzu und macht das Ringen zur angreifendsten aller Übungen. —

Abkürzung durch starke Reizung. Zeichen- und Befehlgebung.

4. Eine Abkürzung der Reaktions- oder Vorbereitungszeit findet endlich statt durch heftige starke Reizung. Auf das Gebiet der Leibesübungen übertragen heißt das, daß das Zeichen oder der Befehl zu einer plötzlich und schnellstens auszuführenden Bewegung möglichst sinnfällig und möglichst kurz sein soll. Ein Pistolenknall, ein heftiger kurzer Schlag auf ein klingendes Metall u. dergl. sind zum schnellsten Ablauf weit bessere und wirksamere Zeichen, als der gerufene Befehl oder das Senken einer Fahne. Sollen beim gleichzeitigen Üben einer größeren Abteilung, z. B. in Stab- oder Hantelübungen, alle Bewegungen kurz und schneidig, in „Ruck und Zuck" erfolgen, so muß der Befehl dazu mit scharfer lauter Stimme kurz stoßend und knapp gegeben werden. Solch geeignetes Befehlgeben seitens des leitenden Lehrers ist Vorbedingung, wenn eine Schülerschar in ihren gemeinsamen Übungen zu gewecktem, straffem Wesen erzogen werden soll. Mit Recht sagt unser deutsches „Exerzier-Reglement für die Infanterie":

„Schlaffe Kommandoaussprache verleitet zu schlaffer Ausführung. Die Kommandos sind deshalb in jeder Lage, an jedem Ort wie bei jedem Dienst in gleicher Weise und Schärfe zu geben."

§ 222. Die Koordination der Bewegungen.

Koordination der Bewegungen.

Alle Körperbewegungen, seien sie nun verwickeltere, oder seien sie einfacher Art, benötigen zu ihrer Ausführung allemal die größere oder geringere Betätigung ganzer Gruppen von Muskeln („Muskelassoziationen") und nicht nur die Arbeit eines einzigen Muskels oder einiger weniger. Unter Koordination einer Bewegung verstehen wir das Vermögen, alle die zum Zustandekommen der betreffenden Bewegung notwendigen Muskeln durch den Willen aufzusuchen und einheitlich zusammenarbeiten zu lassen.

Nehmen wir als Beispiel das einfache Seithochheben eines Armes, der durch eine mit der Hand gefaßte Hantel noch belastet sein mag. Zu dieser Bewegung — wir sehen von der Tätigkeit der Unterarmmuskeln, welche durch Beugung der Finger die Hantel fassen und halten, dabei ab — ist in erster Linie die Zusammenziehung derjenigen Muskeln erforderlich, welche den Arm aus dem Hang zur Seithebhalte heben. Das ist vorzugsweise der Deltamuskel. Er verrichtet die eigentliche Bewegung, bewirkt die mechanische Leistung: durch seine Zusammenziehung bringt er den bewegten Körperteil, den Arm, in die gewollte Stellung und hält ihn dort. Diese Tätigkeit bezeichnen wir als die eigentliche kraftgebende Bewegung („Impulsive Muskelassoziation": Duchenne). Damit diese ihr Ziel behalte, und in dem gedachten Beispiel der Arm nicht nach vorn oder nach hinten ausweiche, treten entsprechende Muskelspannungen hinzu, welche der Bewegung ihre eingenommene Richtung sichern: die richtunggebende Bewegung.

Die eigentliche kraftgebende Bewegung.

Damit nun die begonnene Bewegung im gewollten Maße langsamer oder schneller, gleichmäßig oder ruckweise sich vollziehe, an einem bestimmten Punkte innehalte und nicht übers Ziel schieße, arbeiten ferner mit die im Gegensinn wirkenden Muskeln, die Antagonisten. So wird z. B. die Bewegung der Beuger gemäßigt und in ihrem Umfang genau begrenzt durch leichte Spannung oder Zusammenziehung der entsprechenden Strecker, die der Strecker durch die Beuger, die der Abzieher durch die

Anzieher, die der Auswärtsroller durch die Einwärtsroller usw. — Es ist damit ähnlich wie mit einem Pferde, welches genau in bestimmter Richtung gelenkt werden soll. Dies ist nicht möglich, wenn man nur an dem Zügel der einen Seite, nach der der Kopf des Tieres soll, zieht. Man wird dann entweder zu wenig — oder wahrscheinlicher zu weit den Hals des Tieres herumdrehen. Erst wenn der Fahrer beide Zügel ganz leicht gespannt in der Hand hat und nun der einen Seite durch schärferes Anziehen das Übergewicht gibt, kann er durch Festhalten und leichtes Anziehen auch des Zügels der andern Seite den Kopf des Tieres haarscharf in diejenige Richtung bringen, in die er ihn eben haben will. Es fällt also den im Gegensinn wirkenden Muskeln die Aufgabe zu, die begonnene Bewegung so zu mäßigen, daß sie im gewollten Zeitmaß sich vollzieht und an dem gewollten Punkte genau innehält. Bei dem gewählten Beispiel des Seithochhebens des Armes sind die gegensinnigen Muskeln, die Antagonisten, diejenigen, welche den Arm niederziehen, also namentlich der große Brust- und der breiteste Rückenmuskel.

Mäßigende Bewegung.

Diese Art Tätigkeit der gegensinnigen Muskeln nennen wir die **mäßigende Bewegung** („Moderatorische Muskelassoziation", Duchenne). —

Nun entspringt aber, wenn wir weiter bei dem gewählten Beispiel bleiben, der eigentlich bewegende Muskel, der Deltamuskel, mit dem größten Teil seiner Fasern vom Schulterblatt. Das Schulterblatt ist ein frei beweglicher dreieckiger Knochen, der nur an einem seiner Winkel mit anderen Knochen gelenkig verbunden ist. Sonst ist es lediglich an Muskeln geheftet. Die Zusammenziehung des Deltamuskels würde daher nicht sowohl den schwer herabhängenden, noch dazu mit einer Hantel belasteten Arm heben, als vielmehr das leicht bewegliche Schulterblatt einfach nach dem Arme zu aus seiner Lage bringen, nach außen und vorne ziehen — wenn nicht die haltenden Muskeln, die das Schulterblatt an den Rumpf heften, ihrerseits durch entsprechende Zusammenziehung das Schulterblatt unbeweglich in seiner Lage festhielten und damit dem arbeitenden Deltamuskel es ermöglichten, von diesem festen Ansatz an der Schulter aus den gestreckten Arm wie einen einarmigen Hebel in der gewollten Richtung zu bewegen. Weiterhin entspringen aber diese haltenden Muskeln des Schulterblatts zum großen Teil von der in allen ihren Gliedern beweglichen und auf dem Becken wie ein Stab balancierenden Wirbelsäule. Sowie sie sich auf einer Seite zusammenziehen und gleichzeitig der gehobene Arm dieser Seite Übergewicht gibt, wird das Gleichgewicht der Wirbelsäule gestört. Der Rumpf würde nach der Seite des belastenden Armes sich ausbiegen, die Wirbelsäule eine Verkrümmung erleiden, wenn nicht die gegenseitigen Streckmuskeln sich zusammenziehen, um die Wirbelsäule gerade zu erhalten.

Die Störung des Gleichgewichts und die Notwendigkeit, durch vermehrte Spannung bestimmter Muskeln die gerade Haltung zu wahren, erstreckt sich auch auf das Becken, welches nur auf den beiden Schenkelköpfen balanciert, und damit auf die das Becken haltenden Muskeln.

Weiter: um den Arm, der doch von dem beweglichen Ellbogen- und dem Handgelenk unterbrochen ist, als Ganzes gestreckt wie einen Stab zu halten, müssen sowohl die Beuge- wie die Streckmuskeln rund um die Armknochen herum zusammengezogen sein. —

Statische oder haltende Tätigkeit.

Die ganze Summe von Tätigkeit, welche in den zahlreichen zuletzt betrachteten Muskelgruppen statthat, nennen wir die **statische oder die haltende Tätigkeit** („Kollaterale Assoziation", Duchenne). Man kann sie auch scheiden in die **Tätigkeit zur Festlegung der Ansatzpunkte der kraftgebenden Muskeln** und die **zur Erhaltung des Gleichgewichts des Körpers.**

Wir finden demgemäß bei der Koordination einer Bewegung dreierlei Arten von Muskeltätigkeiten vor:

1. die eigentlich bewegende,
2. die richtunggebende und die mäßigende und
3. die haltende Muskeltätigkeit.

Bei einer anscheinend so einfachen Bewegung, wie es das Seitwärtsheben eines Armes ist, ist also die Zusammenarbeit einer außerordentlich großen Zahl von Muskeln, deren jeder wieder eine verschieden große Arbeit leistet, nötig. Während der eigentlich bewegende Muskel eine starke Arbeit leistet, die bei längerem Halten des Arms in der erreichten Seitehebhalte sogar sich bald zur Höchstarbeit steigert, leisten alle die anderen mäßigenden und haltenden Muskeln eine je nach ihrer Beziehung zu der gemachten Bewegung leichtere bis ganz leichte Arbeit in verschiedenen Abstufungen.

Tätigkeit der Zentralorgane.

Unsere Zentralorgane müssen bei einer solchen Bewegung einer großen Anzahl von Muskeln und Muskelgruppen nicht nur durch die Bewegungsnerven Bewegungsreize zuschicken, sondern die letzteren müssen auch in der verschiedensten Weise in ihrer Stärke abgestuft sein, damit die Bewegung genau in der bestimmten Form, in dem bestimmten Umfang, ohne Störung des Gleichgewichts und in guter Haltung vor sich gehe.

§ 223. Verschiedenheiten der Koordination.

Verschiedenheiten der Koordination.

In den meisten Fällen ist von den drei Arten von Muskeltätigkeiten, welche zu einer wohlkoordinierten Bewegung zusammenwirken, die eigentliche bewegende oder kraftgebende die Haupttätigkeit, während die mäßigende oder haltende zwar notwendige Tätigkeiten sind, aber mehr die Rolle unterstützender Begleitbewegungen spielen und daher als eigentliche Muskelübung weniger in Betracht kommen.

Vorwiegende Bedeutsamkeit der haltenden Tätigkeit.

Dem ist indes nicht immer so. Bei zahlreichen Übungen tritt z. B. die statische, die haltende Muskeltätigkeit mehr in den Vordergrund und wird als Übungszweck bedeutsamer wie die Hauptbewegung; bei anderen Übungen, wo es die Überwindung des Einflusses der Schwere gilt, wird, wie wir oben (§ 98) sahen, die Tätigkeit der gegensinnigen Muskeln, also der mäßigenden, die weitaus bedeutsamere.

Schon wenn wir in dem oben angeführten Beispiel annehmen, daß die zur Seithebhalte emporgehobene Hantel keine leichte Übungshantel ist, sondern eine schwere Hantel von 15 Kilogramm und mehr, so wird die Störung des Gleichgewichts der gestreckt zu haltenden Wirbelsäule eine weit größere. Dementsprechend wird auch die Arbeit der die Wirbelsäule haltenden Muskeln sehr stark anwachsen und ganz hervorragend in die Erscheinung treten. Wie angestrengt z. B. die von der Kreuzgegend entspringenden langen Rückenmuskeln bei solchem Heben schwerer und schwerster Hanteln in Anspruch genommen werden, das spürt der Turner, der mit schweren Hanteln gearbeitet hat, am folgenden Tage an den oft recht empfindlichen Kreuzschmerzen.

Namentlich tritt die haltende Tätigkeit in den Vordergrund bei allen sogenannten Gleichgewichtsübungen. Beim Gehen über die Schwebekante, den Schwebebaum, ein Seil usw. ist nicht die Gehbewegung, sondern die Gleichgewichtserhaltung die Hauptbewegung, welche diesen Übungen ihren besonderen Charakter verleiht.

Daß auch beim Radfahren die Gleichgewichtserhaltung zunächst schwieriger und anstrengender als das Treten der Pedale ist, weiß der Anfänger. Beim geübten

Radfahrer ist diese Tätigkeit so geläufig geworden, daß sie nicht mehr zum Bewußtsein kommt. Sie wird dann auch in der Hauptsache durch das gleichmäßige Pedaltreten ersetzt.

Welcher Ausbildung diese Tätigkeit der Gleichgewichtserhaltung fähig ist, mag man bei Jongleuren, Drahtseil- und Trapezkünstlern, Kunstradfahrern usw. bewundern.

Wir können weiter hier hervorheben:

Koordination nahe zusammengelegener Muskelgruppen.

1. Koordination bestimmter nahe zusammengelegener und zusammengehöriger Muskelgruppen. Gerade diese ist der denkbar höchsten und feinsten Ausbildung fähig und hier tritt die mäßigende abstufende Tätigkeit der gegensinnigen Muskeln besonders bedeutsam hervor. Hier sind vor allem zu nennen die Bewegungen unserer Hände, die so mannigfacher und erstaunlicher Vervollkommnung fähigen Handfertigkeiten, ferner die Beherrschung der an der Stimmbildung (Sprache und Gesang) beteiligten Muskeln; auch die Ausbildung der Gesichtsmuskeln zur Mimik gehört hierhin.

Koordination großer weit-entlegener Muskelbezirke.

2. Koordination von Muskeln, welche die größeren Skeletteile bewegen, so daß große weit entlegene Muskelbezirke gleichzeitig in Anspruch genommen werden. Hier liegt das unerschöpfliche Gebiet der Frei- und namentlich der Gerätübungen des deutschen Turnens. Und gerade nach dieser Hinsicht, in der Koordination der mannigfachsten und verschiedensten Bewegungstätigkeiten des Körpers zu einer unübersehbaren Vielheit von Bewegungsformen, d. h. in den Geschicklichkeitsübungen, ist das deutsche Gerätturnen anderswie noch nie ersetzt worden und ist nicht zu ersetzen. Man mag finden, daß die Schulung der Koordination im deutschen Turnen gegenüber anderen wichtigen Übungsformen allzusehr in den Vordergrund tritt und andere wichtige Übungszwecke darüber zu kurz kommen. Wir entnehmen daraus, nach welchen Richtungen hin das deutsche Turnen weiterer Ergänzung und weiteren Ausbaus bedürftig ist. Der hohe Wert der deutschen Gerätübungen zur Schulung der Geschicklichkeit, d. h. der Koordinationsfähigkeit, bleibt darum doch derselbe.

Schwere und Elastizität.

3. Bei vielen Bewegungen kommen außer dem freien Spiel der bewegenden, mäßigenden und haltenden Muskeln auch noch andere mechanische Kräfte in Betracht. Von diesen sind vornehmlich die Schwere — z B. Rückschwingung eines erhobenen Gliedes durch die Eigenschwere, Schwerwirkung des Körpers bei den Übungen in Stütz und Hang an den Geräten, Zentrifugalkraft kreisender Gliedmaßen usw. — zu nennen. Ferner die Elastizität, welche z. B. bei der Ausatmung wirksam ist.

Es werden durch solche mechanische Kräfte besondere Muskeltätigkeiten einmal mehr belastet, das andere Mal entlastet oder überflüssig gemacht. —

Eine jede, auch verwickeltere Übung mechanisch zergliedern, den Anteil der verschiedenen Muskelgruppen genau bestimmen zu wollen, ist ein in den meisten Fällen ebenso unmögliches wie überflüssiges Beginnen. Für die erzieherischen Leibesübungen ist das Entscheidende der Gesamtcharakter der Übung, die Art der vorwiegend in Anspruch genommenen Organtätigkeiten.

Die Schulung der Geschicklichkeit.

§ 224. Die Schulung der Koordinationsfähigkeit.

Je verwickelter eine Bewegung, um so schwieriger ihre Kordination. Schwierig nicht sowohl für die arbeitenden Muskeln, welche lediglich dem Befehl gehorchen, den die Bewegungsnerven ihnen überbringen, als für das nervöse Zentralorgan, welches im gegebenen Augenblick so mannigfache in ihrer Stärke fein abgewogene

Bewegungsreize zur Gesamtbewegung zahlreichen Muskeln zugehen lassen muß. Die Möglichkeit dieses Vorgangs bei jeder Bewegung wäre wenig begreiflich, wenn nicht unsere willkürlichen Bewegungszentren im Gehirn und Rückenmark die Fähigkeit besäßen, diesen komplizierten Vorgang für jede Bewegungsform, nachdem sie einmal nach tastenden unvollkommenen Versuchen schließlich unter Willensanstrengung und mit Unterdrückung unnötiger Mitbewegungen gelungen und häufiger geübt ist, zu „mechanisieren". Das heißt: das Erinnerungsbild einer immer und immer wiederholten Bewegung prägt sich den Zentralorganen zuletzt derart ein, daß der Entschluß des Willens, eine so gekannte Bewegung auszuführen, hinreicht, um die ganze dazu nötige Summe von Bewegungsreizen in ihren mannigfachen Abstufungen mit einem Schlag wie von selbst auszulösen.

Mechanisieren erlernter Bewegungen.

Diese Eigenschaft unseres Willensorgans macht es möglich, daß die sichere Beherrschung der koordinierenden Tätigkeit erlernbar ist und daß die zusammensetzenden Grundformen aller möglichen Bewegungen zum sichern Besitz werden können. Je gekannter eine Bewegung ist, um so weniger ist eine bewußte koordinierende Tätigkeit nötig. Die Willensarbeit richtet sich dann in ihrem Umfang vorzugsweise nach dem Verhältnis, in dem die geforderte mechanische Kraftleistung zu den ausführenden, den bewegenden Muskeln steht.

Erlernen ungekannter Bewegungsformen.

Anders wenn es sich um ungekannte neue Bewegungsformen oder Abänderungen gekannter Bewegungen handelt. Hier fehlt dem Nervensystem das vorhandene, das eingegrabene Erinnerungsbild. Dies muß erst durch Versuche geschaffen werden: neue Muskelkombinationen müssen gesucht, entdeckt werden. Neben der kraftgebenden tritt die koordinierende Willensarbeit in ihr volles Recht.

Unnötiger Kraftaufwand.

Da nun bei einer noch ungekannten Bewegungsform das Schätzungsvermögen über das anzuwendende Kraftmaß, namentlich der haltenden Muskeln, vollständig unsicher ist, so wendet der Lernende, um nur ja sicher zu gehen, ein Übermaß von Kraftaufwand an. Es sind vor allem die haltenden Muskeln des Skeletts, welche dann ganz unnötig zusammengezogen und angestrengt werden. Strecker wie Beuger ziehen sich krampfhaft zusammen, legen ihre Wirkung zwar gegenseitig tot, machen die Gliedmaßen aber steif und ungelenk.

Steifheit.

Desgleichen verursacht diese Unsicherheit in der Koordination die unnütze Heranziehung von Muskeln, welche zur Bezwingung der gewollten Bewegung gar nicht in Frage kommen. Daraus ergeben sich Mitbewegungen, die durch besonderen Willenseinfluß unterdrückt werden müssen.

Mitbewegungen.

Braucht man hier an das Bild des Schülers zu erinnern, der noch ungeübt, mit krampfhaftem Griff und mit ängstlichen Mienen zuerst seine Stützübungen am Barren macht? Oder an den Neuling, der Radfahren lernt und steif sitzend mit steifem Arm krampfhaft die Griffe der Lenkstange umklammert, so daß nachher ihm Arme und Kreuz wie lahm und zerschlagen vorkommen. Und wie leicht faßt und bewegt der fertige Fahrer die Griffe der Lenkstange! — So geht es mit dem Erlernen einer jeden neuen Bewegungsart. Der Ungeübte, der eine ihm noch unbekannte Bewegungsform koordinieren soll, verbraucht ein ganz bedeutendes Mehr von Muskel- und namentlich von Nervenanstrengung als der Geübte. Aber so wie eine Bewegung gekannt ist, oder doch mit ihren hauptsächlichen Teilen in den Kreis gekannter Bewegungen fällt, sowie also die Koordination dieser Bewegung oder doch ihrer Hauptteile bereits geläufig und mehr oder weniger schon mechanisiert ist, vollzieht sie sich mit dem mindestmöglichen Maß von Anstrengung. Sie geht leicht: kein Übermaß von Zusammenziehung haltender Muskeln legt unnötig die Gelenke fest, macht die Gliedmaßen steif, welche durch die bewegenden Muskeln bewegt werden

Geläufigkeit einer Bewegung.

sollen und erschwert so die Arbeit der letzteren. Sie geht in *zweckentsprechender Form*: keine unnötigen zwecklosen Mitbewegungen unbeteiligter Muskeln finden statt. So findet durch Übung der koordinierende Wille schließlich die richtigste Lösung der gestellten Bewegungsaufgabe und diese *richtigste Lösung* ist zugleich die *kraftsparendste* und ihrer äußeren Form nach fast stets die gymnastisch *schönste*.

Erstes Lernen von koordinierten Bewegungen beim Kinde.

Die Schulung der koordinierten Tätigkeit beginnt mit unserm Dasein. Das kleine Kind tastet erst mit den Händen unsicher in der Luft umher, wenn es einen gesehenen und gewollten Gegenstand ergreifen will. Erst nach manchen Versuchen gelingt dies. Allmählich aber wird diese häufig gemachte Bewegung geläufiger und schließlich wird sie zum dauernden Besitz: das Kind hat es allmählich gelernt, irgend einen erreichbaren Gegenstand, wenn es will, sicher, auf dem kürzesten Wege ohne weiteres zu fassen und braucht nicht erst mit Verschwendung von Arbeit rechts und links daneben zu tasten. In ähnlicher Weise, unter mühsamen zahlreichen Versuchen lernt das Kind gerade stehen, gehen, laufen, springen, hüpfen usw. — kurz es bringt einen großen Kreis gekannter Bewegungsformen, die der koordinierenden Willenstätigkeit schon geläufig sind, fertig zur Schule mit. Auf dieser Grundlage nun baut sich die Turnschule weiter auf.

Unser deutsches Turnen in Frei- und Geräteturnen ist in der Tat eine *Schule der Koordination*, d. h. der Geschicklichkeit, ist in erster Linie Nerven-, in zweiter erst Muskelgymnastik.

Übungsfolgen des deutschen Turnens.

Erzieherisch ist es durchaus notwendig, die Koordinationsaufgaben in systematischer Folge so zu verknüpfen, daß immer die folgende Übung in bezug auf Umfang der Koordination und des Kraftaufwandes eine leichte sich steigernde Abänderung der vorhergehenden Übung ist. So entstehen für jede Übungsstunde und für jedes Gerät besondere zusammenhängende *Übungsfolgen* als Übungsstoff. Nicht plötzlich wird also der Wille vor eine ihm bislang gänzlich unerprobte und unbekannte Kombination von Muskelzusammenziehungen gestellt. Vielmehr soll ein Teil, die Grundform der zu bezwingenden Bewegungsaufgabe, d. h. der Übungsfolge, ihm bekannt und geläufig sein, so daß nur erübrigt, die Abänderungen und Erweiterungen neu zu koordinieren. Die formale Bewegungsschule häuft also eine große Summe von Bewegungsformen in unserm Zentralnervensystem als Erinnerungsbilder an und ermöglicht unserem Willen, vorkommendenfalls diese erlernten Bewegungen als gekannte, geläufige, ja zum Teil mechanisierte ohne besonderen Neuaufwand koordinierender Tätigkeit sicher und leicht zu wiederholen.

Ausfall der feineren Bewegungsmöglichkeiten im Turnen.

Hier müssen wir aber gleich auf eine Einschränkung aufmerksam machen, welche die formale Bewegungsschule des Turnens tatsächlich in bezug auf die Koordination der Bewegungen sich auferlegt. Nämlich die ausbildungsfähigste Art der Koordination, das ist die Koordination von Tätigkeiten nur *nahe zusammenliegender* Muskelbezirke, wird in der Turnschule *nicht* geübt. Die Zusammenarbeit der Muskeln der Hand (Handfertigkeiten), des Kehlkopfs (Stimmbildung) und dergl. finden außerhalb der Turnschule ihre Ausbildung. Das Turnen befaßt sich mehr mit der Koordination von Bewegungen *größerer, entlegener* Muskelbezirke des Skeletts. Die *feineren Bewegungsmöglichkeiten* beschränkter Körperteile, wie es die Gliedmaßen der Hände, die Knorpel und Bänder des Kehlkopfs in Verbindung mit Gaumen, Zunge und Lippen sind, finden hier keine Berücksichtigung. Die deutsche Turnschule ist also nicht aufgebaut auf der Summe *aller* Bewegungsmöglichkeiten des Körpers, sondern nur der *gröberen* Bewegungsmöglichkeiten. Das soll nicht der Vorwurf eines Mangels sein: jene besonderen Arten von Muskeltätigkeit fallen eben nicht in den Bereich der Leibesübungen im landläufigen Sinne. —

Wir sahen oben, daß die Schulung in Geschicklichkeits- und Kraftübungen zur Koordination zunächst nichts anderes heißt, als möglichst zahlreiche Bewegungsformen zu versuchen, zu beherrschen und ihre Erinnerungsbilder gewissermaßen im Zentralnervensystem aufzuspeichern. Der Geübte ist so im Besitz einer großen Summe von ihm geläufigen Bewegungsformen. Er kann nach Bedarf mit Leichtigkeit Anwendung von denselben machen. Nun sind aber die abstrakten turnerischen Bewegungsformen namentlich an den Geräten solche, von denen im Leben ein wirklicher Gebrauch doch nur selten oder gar nicht gemacht wird. Ihre Erlernung wäre unnütz — der bezügliche Vorwurf ist dem deutschen Gerätturnen nicht erspart geblieben — wenn wir nicht die gegründete Vorstellung hätten, daß die allseitige, auch in den entlegensten Bewegungsformen erfolgende Betätigung des Willens die Koordinationsfähigkeit *überhaupt* auch für noch ungekannte Bewegungen, steigere. Die erlangte Summe von Geschicklichkeit scheint uns nicht allein begründet auf dem durchgeübten und in den Bewegungsorganen aufgespeicherten Material von beherrschten Formen, sondern auch in einer vermehrten Fähigkeit unserer Zentralorgane, für irgend eine auch ganz neue Bewegungsform gleich und sicher die richtigen Wege zu den nötigen Muskeln zu finden. Die formale Bewegungsschule strebt mit einem Wort als Ziel an: *die sichere Beherrschung des Körpers in allen Lagen.*

Schulung der Geschicklichkeit überhaupt.

Wieviel in diesem Betracht erworbene oder auch angeborene Anlagen mitsprechen, wieweit selbst bei ungünstigen Anlagen, bei plumpem und linkischem Wesen systematisch betriebene Geschicklichkeitsübungen solch Wesen ändern und die Fähigkeit sicherer Beherrschung des Körpers steigern können, das ist eine nicht so ohne weiteres zu beantwortende Frage. Für die gröberen Bewegungen wird sie wohl zu bejahen sein — aber für die besonderen Bewegungen umschriebener Muskelbezirke trifft sie kaum zu. Wenigstens steht jeder Beweis dafür aus, daß das formale Turnen der gröberen Gliedmaßen auch zur leichteren Koordination der feineren Bewegungen, z. B. der Hand beträgt.

§ 225. Vorheriges Koordinieren.

Vorheriges Koordinieren oder Zurechtlegen einer Übung.

Schon früher bei Besprechung der Reaktionszeit ist erwähnt, daß verwickeltere, wohlkoordinierte Bewegungen eine längere Reaktionszeit bedingen, d. h. vom Willensorgan erst zurechtgelegt, überdacht werden müssen und einer gewissen Überlegungszeit bedürfen. Es gilt daher der Satz: *Wohlkoordinierte Bewegungen müssen vorher koordiniert oder zurechtgelegt sein.*

Ankündigungs- und Ausführungsbefehl.

Auf dem Turnplatze tragen wir bei den Ordnungs- und Marschübungen, sowie bei den Freiübungen dieser Notwendigkeit dadurch Rechnung, daß wir den Befehl zu einer wohlgeordneten Bewegung zerlegen in einen *Ankündigungsbefehl* — damit jeder Übende die verlangte Bewegung sich schnell erst zurechtlegen kann — und einen nach kurzer Pause folgenden Ausführungsbefehl. Der *Ankündigungsbefehl* muß entweder die vollständige Bezeichnung der befohlenen Bewegung enthalten (z. B. „Arme aufwärts heben! — hebt!") oder aber bei besonders häufig wiederkehrenden Befehlen der Kürze halber in eine besondere Befehlsform gebracht sein, welche den Übenden den Zweck des Befehls ganz unzweideutig klar macht. Letzteres ist z. B. bei den Befehlen in unserem deutschen Heere der Fall. Der Soldat weiß beim Marsche, wenn der Ankündigungsbefehl „*Bataillon!*" erschallt, daß darauf nur „Halt!" folgen kann. Ebenso folgt auf der Stelle beim Ankündigungsbefehl „*Bataillon!*" immer nur „Marsch!", nach der Ankündigung „*Ganzes Bataillon!*" immer nur „*Kehrt!*" wenn Frontstellung, „*Front!*" wenn Kehrtstellung vorhanden ist.

Bei Bewegungen, welche keiner besonderen Koordinationstätigkeit bedürfen, ist die Trennung von Ankündigungs- und Ausführungsbefehl überflüssig. Soll eine aufgestellte Abteilung Übender stille stehen, so genügt der einfache kurze Befehl „Stillgestanden!", damit jeder mit einem Ruck sich aufrichtet und stille steht. Und soll nach Beendigung einer Übung die Abteilung aus dem Feststehen zum bequemen Stehen zurückkehren, so genügt der Befehl: „Rührt euch!" Auch in diesen Fällen die Befehle zu trennen in: „Stehet — fest!" oder „Rührt — euch!" ist ebenso überflüssig wie sinnlos.

Aufmerksamkeitsübungen.

Das eben beschriebene vorherige Koordinieren wird vor allem geübt in den sogenannten Aufmerksamkeitsübungen, zu welchen wir die Ordnungsübungen und den Reigen zählen.

Ordnungsübungen.

1. Ordnungsübungen im Gemeinkörper von Übenden mit ihren steten Reihungen, Schwenkungen, Drehungen usw. in mathematischen Linien und Figuren, verlangen unausgesetzte Anspannung und Aufmerksamkeit der Übenden. Stete Aufmerksamkeit ist aber für den Geist das, was anhaltende Anstrengung für den Muskel. Sollen Ordnungsübungen genau und tadellos im Takte gehen, so müssen die wenig zahlreichen, stets wiederkehrenden Bewegungen während des Gehens, wie viertel, halbe, ganze Drehungen, die Reihungen usw. auf den Ausführungsbefehl hin — nachdem der Ankündigungsbefehl vorausgegangen — haarscharf und genau erfolgen, d. h. ebenso schnell wie richtig koordiniert werden. Die Ordnungsübungen sind also eine besondere Art von Koordinationsübung, eine Übung, die in ihrer äußersten Ausbildung Drill genannt wird.

Reigen.

2. Beim Reigen, der aus einer Folge von Bewegungen eines Gemeinkörpers von Übenden in rhythmischer Verbindung mit einer Liedweise oder einem Musikstück besteht, fallen die Befehle fort und an deren Stelle tritt das Erinnerungsbild der ganzen, die Liedweise begleitenden und unter Umständen den Inhalt der Liedstrophe sinnlich darstellenden Bewegungsfolge. Die Reigen belasten daher nicht nur die Aufmerksamkeit, sondern recht stark auch das Gedächtnis.

Übungswert der Aufmerksamkeitsübungen.

Daß den Aufmerksamkeitsübungen, d. h. den Ordnungsübungen und Reigen, als Übungen im Gemeinkörper im erzieherischen Sinne ein gewisser eigenartiger Übungswert innewohnt, soll nicht in Abrede gestellt werden. Denn jeder einzelne Übende ist hier zwar ein Glied des Ganzen, muß aber für sein Teil vollste Aufmerksamkeit auf richtige und prompte Ausführung der von ihm verlangten Bewegung wenden, soll nicht das Ganze Schaden leiden und die Bewegung des Gesamtkörpers mißlingen.

Andererseits bieten aber die Ordnungsübungen und Reigen eine so geringe Muskelarbeit, daß sie für Muskelübung und Stoffwechsel, ebenso wie für die Organtätigkeiten des Kreislaufs und der Atmung so gut wie vollständig bedeutungslos sind. Nur ein einziges Organ wird durch sie stärker in Anspruch genommen, ja angestrengt: das ist das Gehirn.

Bei Kindern, welche geistig in der Schule bereits angespannt sind, sind diese Übungen, wenn sie einen größeren Raum im Schulturnen einnehmen, nichts als eine weitere Belastung der Hirntätigkeit, ja in Turnstunden, denen eine Anzahl anstrengender Schulstunden bereits voranging, eine Überlastung.

Ordnungsübungen als besondere „Turnart" zu pflegen, heißt die ohnehin knapp bemessene Zeit für Leibesübungen der Jugend mißbrauchen. Die Ordnungsübungen sollen in der Regel nur den Zweck haben, eine geordnete Aufstellung zur Vornahme von Frei-, Hantel- oder Stabübungen zu gewinnen. Im übrigen sind sie durch kräftige Marschübungen bei der männlichen Jugend zu ersetzen, Übungen, bei denen es darauf ankommt, wie gegangen wird, und nicht, welche geometrischen Figuren, welche „Kombinationen und Variationen" abspaziert werden.

Die Reigen haben höchstens als Schaustücke bei besonderen festlichen Vorführungen einmal Anwendung zu finden. Die Einübung dazu darf aber nicht auf Kosten des kräftigenden wirklichen Turnens geschehen. —

Zurechtlegen der Bewegungen beim Geräteturnen.

In anderer Weise als bei den Aufmerksamkeitsübungen wird bei den Turnübungen an den Geräten Gelegenheit geboten, jede auszuführende Übung vorher zu koordinieren. Der Vorturner kann sich in aller Ruhe seine vorzuturnende Übung im Geiste zurechtlegen, ebenso die Nachturnenden, mögen letztere nun einzeln, wie beim Riegenturnen, oder zu mehreren gleichzeitig, wie beim Gemeinturnen, an die Geräte herantreten. Es ist dem Nachturnenden ferner durch das Vorbild des Vorturners oder des Lehrers die Koordination ganz wesentlich erleichtert. Eine schwierigere Übung, die man ein- oder mehrmal von anderen vorgeturnt sieht, ist natürlich viel leichter zurechtzulegen und auszuführen, als wenn sie ohne Vorbild, etwa auf bloßen Befehl ausgeführt werden müßte. Eine andere wesentliche Beihilfe der Koordination bildet ferner, wie schon früher erwähnt, die Auswahl und Anordnung der nacheinander auszuführenden Übungen derart, daß sie jedesmal der Bewegungsform nach zusammenhängende, vom leichteren zum schwereren fortschreitende Übungsgruppen darstellen. Dadurch, daß die Grundform, auf welche eine solche Übungsgruppe sich aufbaut, immer ganz oder teilweise wiederkehrt, also bald geläufiger wird, brauchen nur die Abänderungen und fortschreitenden Erweiterungen neu koordiniert zu werden. Das erleichtert ungemein die richtige Abschätzung des aufzuwendenden Kraftmaßes.

§ 226. Plötzliche Koordination.

Plötzliche Koordination.

Unsere turnerischen Geschicklichkeitsübungen erschöpfen noch in einem anderen Betracht nicht alle Seiten der Nervengymnastik. Nämlich es macht für die Koordination von Bewegungen einen großen Unterschied, ob der Übende sich die zu machende Bewegung vorher in seinem Geiste zurechtlegen kann, oder ob schnellstens, ob plötzlich koordiniert werden muß. Eine wohl koordinierte Bewegung erfordert, wie wir gesehen haben, Überlegungszeit, wie jeder Denkakt sie fordert. Nur langsame Bewegungen können während der Ausführung, schnelle Bewegungen müssen vorher koordiniert werden. Nun kommen aber — und zwar gar nicht selten im Alltagsleben! — auch Fälle vor, wo ganz plötzlich herantretenden Bewegungsanforderungen entsprochen werden muß und zum Zurechtlegen, zum Überdenken der auszuführenden Bewegung keine Zeit verloren werden darf. Dies gelingt nur auf Kosten der Genauigkeit der Koordination, d. h. plötzlich koordinierte Bewegungen fallen stets unordentlich aus. Es kommt aber bei solchen Bewegungen nicht auf die wohlgeordnete Form an, die dargestellt werden soll, sondern lediglich auf den zu erreichenden tatsächlichen Zweck. Einem daherfliegenden Steine weiche ich schnellstens aus, ohne mich darum zu kümmern, ob dies in bestimmter schöner Bewegungsform geschieht. Ein Ballspieler sucht den Ball aus der Luft zu haschen, gleichviel mit welcher Armbewegung — wenn er ihn nur fängt! Und wenn er den Ball verfehlt hat, so macht er nicht vorschriftsmäßig erst auf dem linken Fuße Kehrt, sondern er sucht schnellstens seinem Ball nachzulaufen, ganz gleich wie. Weiter: gilt es beim Hindernislauf Planken oder Mauern zu überwinden, so überklettert man solche so schnell wie nur möglich, ohne erst lange zu überlegen, ob dies in Form einer erlernten kunstgerechten Übung geschehen könne. Zwar hat Du Bois-Reymond in seiner Rede über die Übung gerade darin den Unterschied zwischen englischer und deutscher Leibeserziehung erblicken wollen, daß es dem englischen Knaben in solchem

Falle auf schnellstes, wenn auch kunstloses Überklettern ankomme, während der deutsche Knabe seine kunstgerechte Flanke oder Kehre mache. Du Bois übersieht aber, daß der Engländer schon längst hinüber ist, während der deutsche Turner sich erst überlegt, an welcher Stelle des Hindernisses er am besten seine Kunstübung anstellen und wie großen Anlauf er nehmen soll. Nichts kommt eben in solchem Falle auf die kunstgerechte Form, dagegen alles auf den tatsächlichen Zweck schnellsten Überwindens des Hindernisses an. Bei der Wichtigkeit, welche das schnellste und sichere Überwinden von Hindernissen als Kriegsübung gerade den heutigen Feuerwaffen gegenüber besitzt, sei dies besonders hervorgehoben. —

Solche Übung in plötzlichen, schnellsten Bewegungen, die Übung der Schnelligkeit der Innervation, ist eine wohl berechtigte, ja wichtige Seite der Nervengymnastik. Sie verdient zum Zweck einer harmonischen Leibeserziehung dieselbe sorgsame Pflege wie die Ausbildung in wohlkoordinierten überlegten Bewegungen. Die Eigenschaften, welche so erworben werden sollen, sind Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit.

Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit.

In der formalen Bewegungsschule des Schulturnens, mag es deutsch oder schwedisch heißen, wo es sich um Geschicklichkeits- und Kraftübungen handelt, die auf Befehl oder nach dem gegebenen Vorbild des Vorturners bezw. Lehrers ausgeführt werden, und wo der koordinierenden Überlegung überall genügender Spielraum gegeben ist, findet die Ausbildung zu plötzlichen Bewegungen, d. h. die Ausbildung zur Schlagfertigkeit keine Stätte. Diese wichtige Seite der Nervenübung bleibt hier unberücksichtigt. Es sind die Schlagfertigkeitsübungen, welche diese Lücke ausfüllen und somit einen wesentlichen Bestandteil rechter erzieherischer Leibesübung ausmachen.

Schlagfertigkeitsübungen.

§ 227. Die Schlagfertigkeitsübungen.

Zu den Übungen der Schlagfertigkeit zählen wir das Fechten, das Ringen und vor allem die verwickelteren und feineren Lauf- und Ballspiele. Von diesen Übungen rechnen wir nach ihrem sonstigen Übungswert, nach ihrer sonstigen körperlichen Einwirkung das Fechten zu den Geschicklichkeits- und lokalisierten Kraftübungen, das Ringen mehr zu den allgemeinen Kraftübungen, das Spiel zu den Schnelligkeits- und Geschicklichkeitsübungen.

Spiele, Fechten und Ringen.

Was aber den Spielen, dem Fechten und dem Ringen nach der Seite der koordinierenden Willenstätigkeit eigen und gemeinsam ist, ist folgendes:

1. Die Bewegungen erfolgen nicht nach dem Befehl des Lehrers, nicht nach der Vorschrift und dem erleichternden Vorbild des Vorturners, sondern auf selbstgefaßten freien Entschluß gemäß den plötzlich eintretenden Ereignissen und Lagen im Verlauf eines Fechtganges, eines Ringkampfs oder eines Spiels.

2. Die zu machenden Bewegungen brauchen nicht in einer vollendeten, kunstgerecht genau umschriebenen und wohlkoordinierten Form zu erfolgen: es kommt bei ihnen vor allem darauf an, einen bestimmten Zweck sicher zu erreichen. Es gilt, über den Gegner, unter Ausnützung jeder im Verlauf des Kampfes sich darbietenden augenblicklichen Gelegenheit Vorteile zu erringen oder Angriffe, mögen sie auch noch so unversehens erfolgen, unwirksam zu machen. Es gilt im Spiel im rechten Augenblick das Ziel zu erreichen, dem angreifenden Gegner auszuweichen, dem dahinsausenden Ball geschickt zu folgen, den im Fluge enteilenden Gegner zu treffen usw.

3. Auffassung der Lage, Entschluß, Ausführung des Entschlusses müssen im selben Moment blitzschnell erfolgen, die Bewegungen sind plötzlich zu koordinieren. Überlegungszeit ist nicht gegeben.

Besonderer Wert der Spiele.

So hat Demeny auf chronophotographischem Wege nach der Methode von Marey die Zeit eines Degenstoßes mit Ausfall vorwärts berechnet beim Fechtgang auf 0,38 Sekunden. Wurde der Stoß ins Leere ausgeführt, so gehörten dazu nur 0,18 – 0,2 Sekunden. Die Schnelligkeit der Bewegung der Degenspitze entsprach 3,12 m in der Sekunde. Rechnet man als Reaktionszeit – Sehen und Beurteilen des Angriffs, Fassen eines Entschlusses, Beginn der Gegenbewegung – 0,1 Sekunde, also eine äußerst kurze Zeit, so bleiben nur noch weitere 0,1 Sekunden, um die Parade oder Abwehr auszuführen und nachzustoßen.

Die somit nötige Abkürzung der Reaktionszeit auf das denkbar geringste Zeitmaß geschieht, wie oben schon ausgeführt, durch einen Vorgang innerer Anspannung, welche das gesamte Nerven- und Muskelsystem in erhöhte Erregbarkeit versetzt. Solche Anspannung und erhöhte Erregbarkeit ist z. B. für eine einmalige kurze Weile vorhanden bei dem Wettläufer, der gespannt dasteht, um beim Ablaufzeichen unverzüglich, „wie aus der Pistole geschossen" in voller Bewegung zu sein.

Beim Fechten und Ringen muß solche Anspannung während der ganzen Dauer des Kampfes unausgesetzt innegehalten werden. Die Folge ist denn auch, daß diese Übungen bei längerer Dauer eben durch diese anhaltende erhöhte Erregung das Nervensystem außerordentlich ermüden und erschöpfen – ganz abgesehen von der aufzuwendenden Muskelleistung.

Anders bei den Spielen. Hier ist solche Spannung und „Sprungbereitschaft" nur für besondere Augenblicke des Spiels erforderlich. Hier wechselt Anspannung fortwährend mit Pausen der Entspannung oder der Erholung. So wird beim Spiel übermäßige Aufregung und erschöpfende Nerventätigkeit vermieden.

In der für das ganze Wesen und für zahlreiche Lagen des Lebens so wichtigen Übung der Schlagfertigkeit, der Geistesgegenwart, der Schnelligkeit der Innervation ist daher das Spiel die zuträglichste und namentlich in den Jugendjahren bis nach vollzogener Entwicklung die bestgeeignete Form. Dies um so mehr, als die feineren Spiele gegenüber dem Fechten und Ringen eine ungleich größere Verschiedenheit von Zufällen und von besonderen, so noch nicht dagewesenen Lagen zeitigen. Sie sind wechselvoller in ihrem Verlaufe.

Verschiedener Übungswert der einzelnen Spiele.

Allerdings walten hier bei den verschiedenen Spielen große Unterschiede ob. Je wechselvolleren und mannigfaltigeren Verlauf ein Spiel gestattet, je mehr es den Spieler den mannigfachsten und unvorhergesehenen Lagen gegenüberstellt, denen er sich ohne Verzug gewachsen zu zeigen hat, um so übender ist solch Spiel zur Entwicklung der Schlagfertigkeit.

Die niederste Stufe nehmen in diesem Betracht alle die mannigfachen Kinderspiele ein, deren hauptsächlicher und heilsamer Zweck das fröhliche Tummeln einer größeren Schar, das Regen und Bewegen in harmloser Freude und Lust ist. Diese Spiele, womöglich vom Gesang hübscher Kinder- und Volkslieder begleitet, geziemen der frühen Jugend in der Kindeszeit bis etwa zum 10. Jahre.

Eine untergeordnete Rolle ist es auch, welche die Scherzspiele beanspruchen können, wenngleich manche, wie z. B. das Drittenabschlagen, einige Gewandtheit darzutun gestatten.

Erst die ausgebildeteren Kampfspiele zweier Parteien von Spielern gegeneinander geben Gelegenheit, um Gewecktheit, Umsicht, Geistesgegenwart, Schlagfertigkeit zu üben und zu bewähren. Dies in vollem Maße allerdings erst dann, wenn es sich um wirklich geübte und fertige Spieler handelt, denen die Spielregeln vollkommen geläufig sind und welche die zu dem betreffenden Spiel nötigen Fertigkeiten, wie Schlagen, Treten, Werfen oder Fangen des Balles usw. schon mit genügender Sicherheit beherrschen. Erst wenn diese Vorbedingungen bei den gegeneinander spielenden

Mannschaften vorhanden sind, treten alle die Feinheiten zutage, welche ein Spiel zu einem fesselnden Schauspiel gestalten, und dabei alle jene wertvollen geistigen Eigenschaften zu entwickeln gestatten. Hier erwirbt sich die Jugend Schlagfertigkeit des ganzen Wesens, augenblickliche Entschlußfähigkeit und Umsicht, hier, wo jeder Spieler in der ihm zugeteilten Rolle auf sich selbst gestellt, und für den Vorteil seiner Partei mit verantwortlich ist, wird er zu selbständigem Handeln erzogen. Daher der besondere Übungswert vor allem unseres deutschen Schlagballspiels in seinen besser entwickelten Formen; ferner des Barlaufs, des Stoß- und Schleuderballs. Hervorragend feine Ausbildung haben ferner in England das uralte Fußballspiel und der Torball erhalten. Geeignet auch für das weibliche Geschlecht ist das allerdings kostspielige Tennis sowie das amerikanische Korbball (Basket-ball)-Spiel. Mit Dank haben wir diese Spiele auf unsere deutschen Spielplätze verpflanzt, und treiben sie nach unserer Art.

§ 228. Kräftigung des Willens: Abhärtung und Mut.

Indem bei den Leibesübungen der koordinierende Wille tätig wird, sei es zu wohlgeordneten, vorher zurechtgelegten, sei es zu plötzlichen Bewegungen, welche Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit erheischen, wird zugleich auch die Kraft der Willensäußerungen, die Willensstärke geübt und gesteigert. Wir hatten gesehen, daß das Vorhandensein von Lustgefühlen den Ablauf der Reaktionszeit verkürzt, die Auslösung der Willensanregungen erleichtert. Diese Erleichterung der Willensbetätigung ist besonders wichtig für die ersten Schuljahre, für das Kindesalter vor beginnender Entwicklung. Denn auf das Seelenleben des Kindes und insbesondere auf die Willenshandlungen wirken alle Gefühlsempfindungen und Gefühlsvorstellungen in weit höherem Grade bestimmend ein, als dies in späteren Lebensaltern der Fall ist. Darum suchen wir hier auch die geforderten Willenstätigkeiten möglichst durch gleichzeitige Erweckung und Einwirkung von Lustgefühlen zu erleichtern und bieten insbesondere reichlichere Muskelbewegung dem Kinde in Form der Spiele und zwar der Neck- und Scherzspiele, deren Hauptinhalt fröhliches Tummeln ausmacht. Dabei dürfen wir aber nicht stehen bleiben. Beim reiferen Knaben, beim Jüngling und schließlich beim Manne soll vielmehr die Willensarbeit zur Willenskraft führen, d. h. die Willensanregungen sollen stark genug sein, um nicht nur der Erleichterung durch begleitende Lustgefühle entraten zu können, sondern auch um Unlustgefühle, die sich der Willensausführung hemmend gegenüberstellen, unwirksam zu machen und niederzuringen.

Solche Unlustgefühle können physischer Art sein, und in unangenehmen schmerzhaften Erregungen der Empfindungsnerven ihren Urgrund haben oder sie können aus einer Reihe von hemmenden Vorstellungen bestehen, wie Gefühl der Unzulänglichkeit und des Mißlingens, der Furcht vor Verletzungen und Gefahren usw. Im ersteren Falle sprechen wir gemeinhin von Abhärtung der Willenskraft, im letzteren Falle von Mut. Zu diesen beiden Eigenschaften, deren erstere zunächst eine mehr passive Widerstandskraft darstellt, während der Mut eine aktive Steigerung der Entschlußfähigkeit und Willensenergie bedeutet und für den sittlichen Wert der gesamten Persönlichkeit mit entscheidend ist, vermögen richtig betriebene Leibesübungen zu erziehen und damit die Charakterbildung in einem wesentlichen Punkte zu beeinflussen.

Abhärtung.

Abhärtend wirken alle Leibesübungen insofern, als sie bei kräftigem Betrieb nicht ohne mannigfaltige Empfindungen von Unbehagen ja von körperlichen Schmerzen vor sich gehen — Empfindungen, die eben überwunden werden müssen. Dehnungen

und Pressungen der Bänder und Muskeln, unsanftes Anprallen, Stoßen usw. gegen die harten aus Holz und Eisen auferbauten Geräte bei den Übungen in Stütz und Hang; Erschütterung des Fußskeletts und des Körpers bei heftigem Niedersprung; Püffe, Stöße, Tritte und Ballwürfe beim Spiel; Kälteeinwirkung des Wassers beim Schwimmen; die Überwindung der Schmerzen der Gliedmaßen bei Ermüdung; der Muskelschmerz (Turnfieber) nach stärkerer Anstrengung einzelner Muskelgebiete usw. — alles das bleibt dem Jüngling, der Leibesübung regelmäßig und mit Eifer treibt, nicht erspart. Der Erfolg jeder andauernd betriebenen Übung: Steigerung der Kraft und Geschicklichkeit weckt aber auch ein erhöhtes Kraft- und Selbstgefühl. Die Befriedigung, welche ein solches Kraftbewußtsein bewährt, wird zu einem dauernden Lustgefühl und macht sich schließlich in so starkem Maße geltend, daß sie durch die Überwindung physischen Ungemachs und Schmerzes nur noch vermehrt wird. Wird doch von einer frischen leistungsfreudigen Jugend der Wert einer körperlichen Leistung ganz besonders darnach bemessen, welche Summe von Anstrengung, von Unbequemlichkeit, von Entbehrung usw. dabei zu überwinden war. Alles ertragen zu können, ohne dabei mit der Wimper zu zucken, abgehärtet zu sein gegen alle Art Unbilden, wird so in den Augen mannhaft erzogener Knaben und Jünglinge zu einer Tugend, während Empfindlichkeit und Verweichlichung als unmännlich der Verachtung anheim fällt.

Mut.

Dasselbe Lustgefühl der, wenn auch sauer erworbenen, eigenen Leistungsfähigkeit und Kraft ist es nun auch, welches den Geübten, wenn er vor neue und schwierige Aufgaben gestellt ist, alle entgegenstehenden hemmenden Vorstellungsreihen, Zweifel am Gelingen, Furcht vor üblen Ereignissen, vor Gefahren, vor schweren Verletzungen u. dergl. im Falle des Mißlingens, leicht unterdrücken macht. Es ist der Mut, der so aus der Übung und Mehrung der körperlichen Leistungsfähigkeit herauswächst, zur Charaktereigenschaft wird und mitbestimmend einwirkt auf zahlreiche willkürliche Lebensäußerungen. Leichter vollzieht sich beim Mutigen der Entschluß zu bestimmten Willenshandlungen, schneller und sicherer die Umsetzung des Entschlusses in die Tat. Kurz es gewinnt die Bestimmtheit des ganzen Wesens.

Handelt es sich hier zunächst auch nur um physische Abhärtung und physischen Mut — so gesellen sich dem bei richtig geleiteter Erziehung und entsprechend entwickeltem Gefühlsleben bald auch edlere sittliche Motive hinzu. Ja der physische Mut ist eine Vorbedingung zur Entfaltung bestimmter Tugenden. Hilfsbereit zu sein dem Nächsten in Not und Gefahr setzt ebenso wohl persönlichen Mut voraus wie die Betätigung der Vaterlandsliebe, wenn es sein muß, bis in den Tod. Nur geübten und ausdauernden, abgehärteten und mutigen Männern offenbart die Natur ihre erhabensten Schönheiten, mögen sie gesucht werden auf den himmelanstrebenden Gipfeln eisbedeckter Bergriesen, oder im Wogenprall des Meeres oder in den Wildnissen ferner unwirtlicher Erdstriche. Kurz: nur dem Mutigen gehört die Welt!

So betrachtet, gewinnt die Erziehung der Jugend zum Mute durch Leibesübungen und Sport eine hohe Bedeutung nicht nur für die Charakterbildung des Einzelnen, sondern auch für die Lösung wichtiger Kulturaufgaben. Es ist das Verdienst Konrad Kochs, gerade diese Seite der Leibesübungen in seinem schönen Buche: „Die Erziehung zum Mute" zum erstenmal in erschöpfender Weise dargestellt zu haben.

§ 229. Die Reflexbewegungen.

Reflexbewegungen

Bei den in den vorigen Abschnitten behandelten Bewegungen, mochten sie sich als wohlgeordnete überlegte Bewegungen oder als mehr ungeordnete, plötzlich koor-

dinierte kennzeichnen, geschah der Bewegungsantrieb bewußt durch die Willenstätigkeit. Außerordentlich zahlreiche Bewegungen jedoch vollziehen sich ohne Inanspruchnahme von Willensarbeit, lösen sich innerhalb unseres Nervensystems entweder ganz selbsttätig aus, wie die Reflexe und automatischen Bewegungen, oder schon auf ganz geringen Willensanstoß wie die halbautomatischen Bewegungen. Ein großer Teil all dieser Bewegungen trägt äußerlich vollkommen den Charakter des Zweckmäßigen und willkürlich Beabsichtigten. Eine feste Grenze zwischen unwillkürlichen und willkürlichen Bewegungen ist durchaus nicht überall zu ziehen.

Reflex.

Was zunächst die Reflexe betrifft, so verstehen wir unter einem Reflex eine Bewegung, die selbsttätig hervorgerufen wird durch Erregung eines Empfindungsnerven. Dabei ist die Tätigkeit des Willensorgans ausgeschlossen, ja die Reflexbewegung löst sich schneller aus als eine willkürliche.

Fig. 360. Schema eines Reflexbogens (nach Toldt). H Haut. T Tastkörperchen. e Empfindungsnerv. Zw Ganglienknoten im Zwischenwirbelloch. en im Rückenmark aufwärts zum Gehirn leitende Empfindungsfaser. Ihre Abzweigung (Reflexbogen) tritt mit einem Endbäumchen in Beziehung zu bg, Bewegungsnervenzelle im Vorderhorn des Rückenmarks, die ihrerseits durch den Achsenzylinderfortsatz und Nerven bn zum Muskel M leitet. — Am oberen Durchschnitt des Rückenmarks sind die Vorderhörner Vw mit den Wurzeln der Bewegungsnerven, sowie die Hinterhörner mit den Wurzeln der Empfindungsnerven Hw und ebenfalls ein Reflexbogen dargestellt.

Nehmen wir ein Beispiel. Legt man ein Bein über das andere, wobei der Unterschenkel des übergeschlagenen Beines ruhig herabhängt und führt mit dem Kleinfingerrande der flachen Hand einen leichten Schlag aus auf die Sehne des vierköpfigen Schenkelstreckers dicht unter der Kniescheibe, so macht der Schenkelstrecker unwillkürlich eine zuckende Bewegung, so daß der herabhängende Unterschenkel eine kurze schnellende Bewegung nach vorwärts macht. Diese Bewegung ist ein Reflex, vollzieht sich ohne den Willen (Knie-Sehnenreflex).

Denke ich mir auf dieselbe Stelle am Knie einen spitzen Stab gerichtet, der eben anfängt, die Haut dort anzubohren, so wird dies schmerzhaft empfunden. Um nun dies verwünschte schmerzerregende Werkzeug wegzutreten, werde ich genau mit der gleichen Bewegung den Unterschenkel emporschnellen. Das ist dann aber eine willkürliche Bewegung.

Was geht nun im ersteren Falle vor? In Fig. 360 sei H ein Stückchen der Haut unterhalb der Kniescheibe etwa, und T ein dort gelegenes Tastkörperchen, von dem aus die Schmerzempfindung den Empfindungsnerven e entlang — welcher vorher den Ganglienknoten Zw im Zwischenwirbelloch durchsetzt — zum Rückenmark geht. Hier geht die Leitung über in die Empfindungsfaser en, welche im Rückenmark aufwärts zum Gehirn hinleitet. Von dieser Empfindungsfaser en aber, welche senkrecht nach dem Gehirn hinaufzieht, zweigt sich, horizontal gerichtet, eine kleine Seitenfaser ab, welche nach dem Vorderhorn des Rückenmarkes in dem betreffenden Querdurchschnitt des Marks verläuft, und mit ihrer Endverzweigung in Beziehung

tritt zu einer Bewegungszelle des Vorderhorns bg. Der Achsenzylinder dieser Ganglienzelle verläuft als Bewegungsnerv bn zu dem Muskel M — im gedachten Falle eine Muskelfaser des den Unterschenkel emporschnellenden Schenkelstreckers. Diese ganze Leitung nennen wir Reflexbogen. Er ermöglicht also, daß eine Erregung

Fig. 361. Schematische Darstellung einer Reflex- (im Rückenmark) und Willensbahn (im Gehirn). Erklärung siehe im Text. — Nach Waldeyer.

in der Haut (Tastkörperchen T) den Empfindungsnerven e entlang, direkt quer durch das Rückenmark auf die Bewegungsbahn oder das periphere Neuron bg, bn, M (bg = Ganglienzelle im Vorderhorn, bn = Bewegungsnerv, M = Muskelfaser) sich überträgt. Mit andern Worten: ein Reiz in T kann auf dem Wege des Reflexbogens ohne Inanspruchnahme des Gehirns, d. h. des Willens, eine Bewegung des Muskels M auslösen.

Eingehender sind beide Wege, welche eine Empfindungserregung und die von ihr auszulösende Muskelbewegung auf den bezüglichen Nervenbahnen einschlagen kann, in dem Schema Fig. 361 dargestellt. In E sehen wir die Endverzweigung des Empfindungsnerven en in einem Teil der Körperoberfläche. Die Empfindungsbahn führt weiter über Zw (Ganglienknoten der Vereinigung der vorderen und hinteren Rückenmarkswurzeln im Zwischenwirbelloch) nach dem Rückenmark. Die

Endverzweigung ee dieser Bahn tritt nun einmal in Beziehung zu der Bewegungsganglienzelle bg im Vorderhorn des Rückenmarks (Reflexbogen), deren Achsenzylinderfortsatz in den Bewegungsnerven bn übergeht, und im Muskel M endigt.

Des weiteren aber leitet durch ee die Empfindungsbahn über zu der Ganglienzelle eg im Rückenmark und auf dem Wege der Faser en hinauf zur Gehirnrinde, wo die Faser en sich auflöst in die Endverzweigung ee_1. Letztere tritt hier in Beziehung zu der Ganglienzelle eg_1 (Assoziationszelle), und diese wieder durch ihre Fortsätze mit den Fortsätzen der willkürliche Erregungen vermittelnden Ganglienzelle bg_1. Das hiermit beginnende zentrale Bewegungsneuron leitet mittels der Faser bn zurück zum Rückenmark (zu einer auf der entgegengesetzten Seite liegenden Gegend des Vorderhorns), und überträgt die willkürliche Bewegungsanregung durch ihre Endverzweigung be auf ebendieselbe Ganglienzelle bg, zu welcher auch der kürzere Weg des Reflexbogens führte. Hier beginnt dann das periphere Bewegungsneuron, dessen Endorgan der Muskel M ist.

Der ganze letztbeschriebene Weg ist also der der bewußten Empfindung und der willkürlichen Muskeltätigkeit. Beim Reflexbogen ist er ausgeschaltet, so daß hier die für diese Leitung und für diese Tätigkeiten erforderliche Reaktionszeit in Wegfall kommt. Daher löst sich die Reflexbewegung auch schneller aus als eine willkürliche.

Einfacher Reflex.

Man unterscheidet: a) Einfache Reflexe, bei denen es sich um Zusammenziehung nur eines Muskels auf bestimmten Sinnesreiz handelt. Beispiel: Bei starkem Lichtreiz (Sehen in ein Licht, in die Sonne) verengert sich unwillkürlich die Pupille durch Zusammenziehung des Schließmuskels der Regenbogenhaut des Auges. — Kommt ein Gegenstand dem Auge nahe, so wird unwillkürlich die Augenlidspalte durch Zusammenziehung des Kreismuskels des Auges augenblicklich geschlossen.

Ausgebreitete wohlgeordnete Reflexe.

b) Ausgebreitete, wohlgeordnete Reflexe. Bei diesen Reflexbewegungen, welche meist den Charakter des Zweckmäßigen an sich tragen, löst ein äußerer Reiz eine wohlgeordnete umfangreiche Bewegung zahlreicher Muskeln aus. Hierhin gehört: die vom Schlundkopfe ab selbsttätig ohne Willenseinfluß sich vollziehende Schlingbewegung; die Brechbewegung; das zur Entfernung eines Fremdkörpers (Schleim usw.) aus den Luftwegen dienende Husten; das Niesen usw. Reflektorisch erfolgen ferner auch: die Absonderung des Mundspeichels beim Kauen; die Verengerung und Erweiterung der Hautblutgefäße sowie die Schweißabsonderung bei Kälte- oder Wärmeempfindung; das Lachen bei Kitzeln der Haut u. a. Das Lachen, das Weinen, die Schamröte und ähnliche Reflexvorgänge sind Beispiele dafür, daß auch bestimmte Vorstellungen, Gemütsbewegungen u. dergl. Reflexbewegungen auslösen können.

Reflexhemmung.

Wie aus den genannten Beispielen erhellt, sind es sowohl willkürliche wie unwillkürliche Muskeln, welche bei Reflexerregung sich zusammenziehen können. Während aber bei den unwillkürlichen glatten Muskeln unser Wille keinerlei Einfluß auf den Reflexvorgang besitzt, kann hinsichtlich der von willkürlichen Muskeln ausgeführten Reflexbewegungen unser Wille bis zu einem gewissen Grade die Reflexbewegung hemmen und unterdrücken. Auf die Verengerung der Pupille hat unser Wille keinerlei Einfluß. Dagegen kann man, wenn ein Gegenstand gegen das Auge geführt wird, durch Willensanstrengung das Auge offen halten und den reflektorischen Lidschluß verhindern. So kann man auch einen Hustenanfall, so kann man den Niesakt bei Kitzelgefühl in der Nase, so kann man das Lachen bei Kitzeln der Haut unter der Achselhöhle eine Zeitlang unterdrücken oder verbeißen. Hält aber der Reiz in der Kehle (z. B. durch Verschlucken), hält der Kitzel in der Nase, hält das Kitzeln der Haut und dergleichen länger an, so siegt die Reflexerregung über den hemmenden Willen und die Entladung des Reflexvorganges erfolgt nur um so gewaltsamer und explosionsartig (Ausplatzen).

Auch durch Reizung eines anderen Gefühlsnerven vermag man zuweilen die Reflexbewegung zu unterdrücken, z. B. durch starkes Reiben an der Nase den zum Niesen führenden Kitzel, durch Beißen auf die Zunge den Lachreiz. — In ähnlicher Weise unterdrücken starke Reizungen von Gefühlsnerven nicht nur die Reflex-, sondern auch die willkürlichen Bewegungen. So wirkt z. B. heftiger Leibschmerz geradezu lähmend, macht unfähig zum Gehen und zu sonstigen Bewegungen, wirkt „übermannend".

Reizung von Gefühlsnerven.

§ 230. Automatische Erregungen.

Automatische Erregungen.

Während jeder Reflexvorgang sinnfällig sich auf einen bestimmten Reiz, auf die Erregung eines Gefühlsnerven hin sich auslöst, werden andere Erregungen auf die Muskeln scheinbar ohne äußere Veranlassung, rein selbsttätig oder automatisch übertragen. Es gibt zweierlei Arten solcher Erregungen.

1. Sie können dauernde sein und ohne Unterbrechung fortbestehen. Hierher gehört die stets vorhandene leichte Spannung der gesamten Muskulatur des wachen tätigen Menschen, der „Tonus" der Muskeln. Nur tiefer Schlaf hebt diese Spannung auf und „löst die Glieder". Diesen Zustand stetiger vom Zentralnervensystem, und zwar vom Rückenmark selbsttätig ausgehender Erregung nennen wir tonische Automatie.

Tonische Automatie.

2. Die Erregungen sind unterbrochene und veranlassen in stetem rhythmischen Wechsel Bewegung und Erschlaffung: rhythmische Automatie. Als solche selbsttätig rhythmisch erfolgende Bewegungen haben wir den Herzschlag und die Atmung kennen gelernt und gesehen, welchen Beeinflussungen der rhythmische Gang dieser selbsttätigen, unausgesetzt im Wachen wie im Schlaf das ganze Leben hindurch erfolgenden Bewegungen ausgesetzt ist.

Rhythmische Automatie.

§ 231. Halbautomatische Bewegungen.

Halbautomatische Bewegungen.

Eine einzelne Bewegung, selbst verwickelter Art, wird, wenn oft in derselben Weise ausgeführt, der koordinierenden Willenstätigkeit immer mehr geläufig. Ihr Erinnerungsbild ist in den Zentralorganen aufbewahrt, und so bedarf es bei einer Wiederholung solcher Bewegung keiner mühsamen Koordinationstätigkeit mehr, sondern sie erfolgt bei leichtem Willensanstoß fast von selbst, sie ist, wie früher dargetan, „mechanisiert". Zahlreiche zunächst willkürliche Bewegungen des Alltagslebens erfolgen so schließlich mechanisch. Wer gewohnt ist, stets einen Stock oder Schirm bei seinen Ausgängen zu tragen, greift beim Verlassen eines Hauses auch ganz mechanisch nach diesem Begleitstück; wer nur gelegentlich einmal bei Regenwetter einen Schirm mitnimmt, bedarf beim Ausgehen dann stets eines besonderen Erinnerungsaktes — und läßt daher den Schirm häufig stehen. — Wer seine Wohnung verändert hat, wird in der ersten Zeit, wenn er über irgend einen fernliegenden Gegenstand nachdenkend draußen dahinschlendert, sich unvermerkt auf dem Wege zur früheren Wohnung finden. Ganze Bewegungsreihen können derart zu mechanisch ausgeführten werden und verlieren den Charakter reiner Willkürhandlungen.

Vor allem aber mechanisieren sich leicht und werden zu halbautomatischen Bewegungen solche Bewegungsformen, die entweder der tonischen oder der rhythmischen Automatie entsprechen.

1. Der tonischen Automatie entspricht besonders die halbautomatisch erfolgende, d. h. fast selbsttätige Gleichgewichtserhaltung durch dauernde Muskelspannung.

Gleichgewichtserhaltung.

Die Erhaltung des Gleichgewichts, für welche große Muskelgruppen in Anspruch genommen werden, ist schwierig und mühsam bei noch ungewohnten Haltungen und bei Verschiebungen des Schwerpunktes, während sie dem koordinierenden Willen gar nicht mehr zum Bewußtsein kommt, d. h. halbautomatisch geworden ist bei alltäglichen gewohnten Bewegungsformen. Und doch muß auch bei diesen die Koordination der das Gleichgewicht erhaltenden Muskeln erst mühsam erlernt werden. Wie unsicher ist das Kind bei seinen ersten Versuchen zu stehen; wie oft purzelt es hin, wenn es zuerst das Gehen erlernt, und späterhin das Laufen und Springen! Je geläufiger aber diese Bewegungen werden, um so mehr verbindet sich die Gleichgewichtserhaltung selbsttätig mit ihnen.

Halbautomatische Änderung der Gleichgewichtslage.

Wird der Körper schnell über eine stark gekrümmte Linie – z. B. Kreislinie, Spirale oder Teile solcher – bewegt, so sucht die Zentrifugalkraft den bewegten Körper aus dieser Linie in der Richtung der Tangente nach außen hinauszuschleudern. Um dem entgegenzuwirken, wird die Schwerlinie des Körpers gegen das Zentrum des zu passierenden Kreisbogens hin geneigt, und zwar um so stärker, je kleiner der durcheilte Kreisbogen und je schneller die Fortbewegung ist. Wir sehen diese Neigung der Längsachse des Körpers bei Pferd wie Kunstreiter im Zirkus, beim Bogenfahren der Eisläufer, beim Kurvenfahren des Radfahrers, beim Kreis-, Schlängel- oder Schneckenlauf des Turners. Das nötige Maß der Körperneigung bei solchen Bewegungen, durch Erfahrung und Übung erst gewonnen, wird schließlich in zutreffender Weise ganz selbsttätig dem Grad der Bewegung und der Krümmung des zu durchmessenden Weges angepaßt, ohne daß sich der Schlittschuhfahrer, der Radler oder der Läufer jedesmal über die wirksamen Kräfte Rechenschaft abzulegen braucht und mit bewußtem Willensakt seine Haltung für jeden Moment entsprechend einrichtet.

So vollzieht sich die Koordination der Gleichgewichtserhaltung selbsttätig nicht nur für bestimmte gewohnte Stellungen oder für geradlinige gleichmäßige Bewegungen, sondern auch für mancherlei häufiger geübte Änderungen der Gleichgewichtslage, wovon die Neigung des Körpers beim Durchmessen von Kreisbogen nur ein Beispiel bildet. –

Die Nervenzentren der Koordination für die Gleichgewichtserhaltung befinden sich im Klein- und Mittelhirn.

Rhythmische halbautomatische Bewegungen.

2. Wichtiger als die halbautomatische Gleichgewichtserhaltung sind für das Gebiet der Leibesübungen diejenigen halbautomatischen Bewegungen, welche in regelmäßigem Rhythmus erfolgend, der rhythmischen Automatie entsprechen. Hierhin gehören die verschiedenen Schnelligkeits- und Dauerbewegungen. In erster Linie ist es das Gehen, welches so zu einer halbautomatisch, nach geringstem Willensanstoß fast von selbst erfolgenden Bewegung wird. Da der Gang alltäglich ausgeführt wird, so bewahrt das Rückenmark ein sicheres Erinnerungsbild davon mit allen seinen Besonderheiten und löst die Gehbewegungen aus ohne Inanspruchnahme der koordinierenden Willenstätigkeit. Nicht jede Art von Gang, sondern den „gewohnten" Gang, und zwar wird dieser sowohl nach Art des Rhythmus, wie der Schnelligkeit, wie des Kraftmaßes stets in derselben Weise selbsttätig reproduziert – wenn nicht mittels besonderer fortgesetzter Willensakte der gewohnte Gang zeitweilige Abänderungen erfährt, langsamer oder schneller, ausholender oder kurzschrittiger usw. erfolgt. Je nach Erziehung und Charakter ist einem jeden Menschen eine besondere Gangart als die gewohnte eigentümlich, bildet einen bezeichnenden Teil des ganzen Wesens eines Menschen. Bei dem einen unruhig hastend, beim anderen lässig bequem, bald in selbstbewußter, straffer, herausfordernder Haltung, bald mit schlaffen, schwächlichen, schiebenden Bewegungen, mit Hin- und Herwiegen des Rumpfes usw.

Der gewohnte Gang.

Genau so wie der Gang mit allen seinen Besonderheiten zu einer fast automatisch erfolgenden Bewegung wird, verhält es sich auch mit anderen Schnelligkeitsbewegungen. So mit dem Lauf, soweit er lediglich eine schnellere Form der Fortbewegung darstellt (Dauerlauf) und nicht zum anstrengenden Schnell- oder Wettlauf wird. Ebenso gewöhnt sich der Ruderer eine ganz bestimmte Art des Ruderns mit stets gleichem Zeit- wie Kraftmaß und gleicher Form der Bewegung an und führt diese halbautomatisch aus, solange nicht besondere Anforderungen an Schnelligkeit, besondere Strom- oder Windverhältnisse eine andere Art der Ruderarbeit als die gewohnte verlangen. Ähnlich verhält es sich weiterhin mit dem Radfahren, bei welchem ebenfalls eine gewisse Schnelligkeit und Form als die gewohnte sich für jeden herausbildet und fast mechanisch wird. Es verhält sich endlich auch so mit dem Schwimmen.

All diesen halbautomatisch gewordenen Bewegungsformen ist gemeinsam: 1. daß sie in regelmäßigem Rhythmus erfolgen; 2. daß sie keine starke Anstrengung bedingen, sondern auf große Muskelgebiete verteilte Arbeit erfordern, die nur allmählich zu hohen Arbeitssummen heranwächst.

Eingewöhnung halbautomatischer Bewegungsformen.

Da diese Bewegungsformen wichtige Leibesübungen darstellen, bei welchen es auf vollkommene Haltung, auf Schönheit und Kraft der Bewegung, auf Schnelligkeit und Leistungsfähigkeit ankommt, so ist es notwendig, ihre Eingewöhnung in vollkommenster Art und Weise zu bewerkstelligen. Unser Rückenmark übt keine gymnastische Kritik: wird eine Bewegung immerzu mit denselben Fehlern und Unvollkommenheiten ausgeführt, so wird eben diese mangelhafte Ausführung geläufig und halbautomatisch. Solche eingewöhnten mechanisch stets wiederkehrenden Mängel zu beseitigen, das Gesamte der Bewegung in neuer, verbesserter Form dem Rückenmark als Erinnerungsbild einzuprägen, wird immer schwieriger. Wird dagegen bei der ersten Einübung stets streng auf beste Form gehalten, so ergibt sich eine immerzu gleich gute Ausführung (ein guter „Stil") schließlich von selbst und bleibt als anerzogener dauernder Gewinn.

So werden z. B. bei der Aufzucht von Rennpferden zuvörderst ganz leichte Jungen als Reiter verwendet, damit das Pferd unter möglichst geringer Last sich bequem und spielend eine schnellste Gangart angewöhne. Wenn diese dann schließlich zur gewohnten Gangart geworden ist, stetig in gleichem Stil halbautomatisch erfolgt, dann wird auch die Belastung durch einen schwereren erwachsenen Reiter die erworbene gute Bewegungsform nicht mehr ändern und beeinträchtigen. Sie bleibt dem Tiere dauernd eigentümlich.

Am leichtesten geschieht eine gute Eingewöhnung bei noch ungekannten Bewegungsarten, wie z. B. Rudern, Radfahren, Schwimmen. Aber gerade darum kommt soviel darauf an, daß der erste Unterricht in solchen Übungen von tüchtigen Lehrern erteilt werde, welche von vornherein und unbedingt auf gute Form halten und nicht sich einbilden, daß immer wiederkehrende Fehler schließlich bei besserer Übung von selbst verschwänden.

Umbildung der gewohnten Gangart.

Was das Gehen betrifft, so hat man beim Schüler vielfach mit längst schon vorhandenen schlechten Gewohnheiten, mit lässiger Haltung, schlottrigen gekrümmten Knien, ungleich langen Schritten, Einwärtssetzen eines Fußes und dergleichen zu tun. Soll in solchen Fällen die gewohnte Gangart umgebildet und derart verbessert werden, daß gute straffe Haltung, weites Ausschreiten und munteres Zeitmaß auch für den gewohnten Gang als dauernder Erwerb verbleiben, so bedarf es einer kräftigen Schulung in Geh- und Marschübungen.

Hervorragendes leistet in dieser Hinsicht die militärische Marscherziehung in unserem Volksheere. Der „gediente" Mann ist meist noch jahrelang nach seiner Dienstzeit an seiner Haltung und Gangart kenntlich.

Ersparung von Nervenarbeit bei halbautomatischen Bewegungen.

Fragen wir uns nun, welchen besonderen Vorteil die Dauer- und Schnelligkeitsübungen — denn diese sind es, welche zu halbautomatischen werden — hinsichtlich der Nervenarbeit bieten, so ist dies der, daß die Nervenarbeit auf ein ganz geringes Maß zurückgeführt wird, daß namentlich die Arbeit des willengebenden Zentralorgans, des Gehirns, so gut wie ausgeschaltet bleibt und daß infolgedessen die Ermüdbarkeit bei halbautomatischen Bewegungen weit geringer ist als bei rein willkürlichen Bewegungen, von denen hier namentlich die Aufmerksamkeits-, die Geschicklichkeits- und Kraftübungen zum Vergleich stehen.

Greifen wir noch einmal auf die rein automatischen Bewegungen des Herzschlags und der Atmung zurück. Beide sind gekennzeichnet einmal durch ihren rhythmischen Gang und des weiteren durch einen so weit gemäßigten Kraftumfang, daß lähmende Ermüdung, wie sie nach jeder Kraftanstrengung eines Muskels sonst statthat, ausgeschlossen ist. Dabei darf aber der Hinweis nicht fehlen, daß die Leistungsfähigkeit des Herzmuskels und der Atemmuskeln hinsichtlich der geleisteten Arbeitssummen die Leistungsfähigkeit der willkürlich bewegten Skelettmuskeln weit übersteigt. Die Muskelarbeit beim Herzschlag und bei der Atmung unterliegt in weit geringerem Maße den Gesetzen der Ermüdung vornehmlich darum, weil sie sich ohne die Anteilnahme der leicht ermüdbaren Willenszentren vollzieht.

Ein großer Teil dieser besonderen Verhältnisse überträgt sich auch auf die halbautomatischen Bewegungsarten, welche gleichfalls in rhythmisch gleichbleibendem Gange erfolgen und keine Höchstleistungen der beteiligten Muskeln erfordern. Sie erfolgen auf leichte Willensanregung vom Gehirn aus, werden aber weiterhin nicht durch Erregungen seitens der Willenszentren im Gehirn, sondern der fast automatisch arbeitenden Nervenzentren des Rückenmarks, des Mittel- und Kleinhirns unterhalten. Daraus erklärt sich dann auch zum Teil — die Förderung des Blutkreislaufs und die schnellere Hinwegbeförderung lähmender Ermüdungsstoffe ist früher bereits gewürdigt —, daß die Summe mechanischer Kraftleistung bei einer Schnelligkeits- oder Dauerbewegung eine um das vielfache höhere werden kann als dies bei rein willkürlichen Kraft- und Geschicklichkeitsbewegungen der Fall ist. Es ist also wesentliche Eigenschaft der Schnelligkeits- oder Dauerbewegungen, daß sie den denkbar geringsten Aufwand an Willens- und Nervenkraft im Verhältnis zu ihrer mechanischen Leistung beanspruchen. Sie wirken für das Nervensystem und insbesondere für das Gehirn erholend. Während des Wanderns z. B. kann ich mich mit meinen Genossen ungestört unterhalten, kann die Eindrücke der umgebenden Natur voll und ganz auf mein Gemüt einwirken lassen. Gleichen Genuß bietet das Rudern, und zum Teil — auf guter ebener Bahn — auch das Radfahren. Das ist wichtig namentlich für solche, welche nach anstrengender geistiger Tätigkeit Leibesübung zur Entlastung des Gehirns treiben wollen. Der Gelehrte sucht instinktmäßig seine Erholung im Spaziergang, die Jugend nach den Schulstunden im ungebundenen Tummeln.

Erholende Wirkung für das Gehirn.

Notwendigkeit besonderer Willenstätigkeit auch bei halbautomatischen Bewegungen.

Allerdings kann unter Umständen bei den halbautomatischen Schnelligkeits- und Dauerbewegungen auch das Eintreten besonderer Willenstätigkeit sich notwendig machen und die erholende Einwirkung auf das Gehirn mehr oder weniger beeinträchtigen. So erholend der Gang über gute Wege, so ermüdend und die frohe Wanderstimmung verderbend wirkt bei längerer Wanderung ein anhaltend schlechter, steiniger, oder von zahlreichen Wasserlachen und sumpfigen Stellen unterbrochener Weg. Er nimmt die Aufmerksamkeit stets in Anspruch und lenkt von behaglichem Naturgenuß ab. Die Notwendigkeit, bald hier, bald dort den Platz am Boden zu suchen, wo der Fuß sicher hingesetzt werden kann, bald längere, bald kürzere Schritte zu machen, benimmt der Gangbewegung ihren erholenden halbautomatischen Charakter. Daher stellt sich in solchem Falle viel schneller auch Müdigkeit ein.

Nicht immer wird die Zugesellung anhaltender Aufmerksamkeit auf den Weg zu einer Schnelligkeitsbewegung so übel empfunden. Der Gelehrte, welcher sein ganzes Denken einer größeren wichtigen Arbeit widmet, wird auch beim erholenden Spaziergang gar zu leicht verführt, sein Gehirn weiter mit den zu lösenden Aufgaben zu beschäftigen und findet daher draußen nicht die gewünschte Entlastung. So besteigt denn der eine oder der andere in solchem Falle das Rad, welches ihn geradezu zwingt, die Gedanken abzulenken und auf die Beschaffenheit des Weges, auf begegnende Menschen und Fuhrwerke usw. in einem fort zu achten.

Ebenso beanspruchen Schnelligkeits- und Dauerbewegung dann kraftgebende Willenstätigkeit, wenn sie bis zur Höchstleistung gesteigert werden sollen.

Gilt es, eine bestimmte Strecke in möglichst kurzer Zeit, oder umgekehrt in bestimmter Zeit eine möglichst große Strecke zurückzulegen, z. B. beim Wettlauf, Wettrudern, Wettradeln und dergleichen, so muß dazu eine ähnliche Willensenergie aufgeboten werden, wie zu Höchstleistungen in Kraftübungen.

Ferner ermüdet bei Dauerübungen — Dauermarsch, Dauerlauf, Dauerrudern usw. —, auch wenn sie in gemäßigtem Zeitmaß vor sich gehen, durch Überdauer schließlich die Muskulatur. Die ermüdete Muskulatur wird schwerer erregbar, es reichen die Reize der halbautomatisch arbeitenden Zentren nicht mehr hin, um die Bewegung im Gange zu halten. Darum bedarf es dann stärkerer bis anstrengender Willenstätigkeit, um der allgemeinen Ermüdung Herr zu bleiben und die Bewegung, die selbst immer schwerfälliger, schleppender und lässiger wird, noch fortzusetzen.

§ 232. Takt und Automatie.

Takt und Automatie.

Wie wir sahen, werden solche Bewegungsformen, welche in bestimmter rhythmischer Folge, in bestimmtem Takte sich vollziehen, am ehesten halbautomatisch, unter geringstem Anteil bewußter Willensgebung. Dies Verhältnis wird nun noch gesteigert, wenn gleichzeitige äußere Sinneseindrücke, in genau demselben Taktmaße erfolgend, die Bewegung begleiten. Dies gilt schon von Gesichtseindrücken — sichtbares Taktschlagen —, vor allem aber von Gehörseindrücken. Lautes taktmäßiges Zählen, taktmäßiges Aufschlagen auf einen Eisenstab, Liederklang, der Schall der Marschtritte reißen schon unwillkürlich eine marschierende Abteilung zu gleichem taktmäßigen Schritt und Tritt hin. Noch mehr ist dies aber der Fall bei einer in scharfem Rhythmus erfolgenden Musik und lautem Trommelschlag. Solche rhythmische Schalleindrücke verstärken in außerordentlichem Grade die Automatie der Bewegungen, ja regen unmittelbar dazu an, mächtiger als der Willen. Eine ermüdete Truppe, bei der jeder Einzelne nur mit Willensanstrengung im Gleichtakt zu marschieren vermag, gewinnt sofort wieder festen Schritt und Tritt, wird wieder neu belebt, wenn die Musik eine Marschweise erklingen läßt, und zwar wied der Marschtritt um so fester, je schärfer die gleichmäßigen rhythmischen Taktschläge markiert werden. Letztere wirken geradezu als Bewegungsanreize, welche die willkürlichen Erregungen ausschalten und ersetzen.

Tanz.

Dies tritt vor allem beim Tanze hervor, d. h. bei einem in stets gleicher Bewegungsfolge sich vollziehenden Tanze, wie es unsere Rundtänze sind. Hier tritt die Entäußerung des Willens, die Herrschaft der taktgebenden Musik am sinnfälligsten in die Erscheinung. Wie im Halbtraum vollziehen sich die eingelernten Bewegungen des Rundtanzes mechanisch zu den Klängen der Musik. In der Entäußerung und Einschläferung des Willens, in der Hingebung an die bewegungsweckenden Taktklänge der Musik, kurz in dem rauschähnlichen Zustand, in den der Rundtanz versetzt,

liegt der Anreiz des Tanzes auf das Nervensystem. Dabei hat der Tanz, als echte Schnelligkeitsübung, auch die entsprechenden Wirkungen auf den Atemgang und namentlich auf den Herzschlag. Leider kommen diese gesundheitlichen Vorteile bei der entsetzlichen Luft, die meist auf Tanzböden herrscht, bei dem Genuß alkoholischer Getränke in den Tanzpausen und bei der Atmung und Kreislauf behindernden festen Schnürung der weiblichen Jugend so gut wie gar nicht zur Geltung.

Charaktertänze und Reigen.

Anders verhält sich die Wirkung der Musik bei kunstreicheren **Charaktertänzen und Reigen**. Hier ist von einer eigentlichen Automatie wenig mehr Rede: die Musik mit ihren Rhythmen wirkt hier zwar als belebendes Mittel, gibt den Bewegungen Gleichmaß, Gefälligkeit und Rundung, aber schaltet nicht die Willensgebung aus. Daher fehlt solchen kunstreicheren Tänzen mit mannigfachen Geschritten, die stete Aufmerksamkeit erfordern, jene berauschende Wirkung, jenes Selbstvergessen, welches den einfachen Rundtänzen eigen ist. Dieser mangelnde Nervenreiz wird daher kunstreichere Charaktertänze oder Liederreigen niemals befähigen, die Rundtänze allgemein zu ersetzen, so gerechtfertigt die rein ästhetischen Bedenken gegen letztere auch sein mögen.

Rhythmische Gestaltung körperlicher Arbeit.

Daß die Innehaltung einer bestimmten Taktfolge bei schwererer **körperlicher Arbeit** in Verbindung mit dem Gehöreindruck rhythmischen Gleichklangs die Ermüdbarkeit stark herabsetzt, die Arbeit also leicht macht, ist eine Erbweisheit der Menschen von Urzeit an. Von zahlreichen Völkern kennen wir uralte Strophen und Liedchen, deren Weisen mit stark ausgeprägter und betonter Taktfolge die Arbeit im Hause und in der Werkstatt begleiten und erleichtern sollten. Nach dem Takt solcher Liedchen wurde das Getreide mit der Handmühle gemahlen, wurde der Flachs gerafft und gebrochen, flog das Weberschiffchen, wurde die Wäsche geklopft usw. K. Bücher (Arbeit und Rhythmus) hat zahlreiche Arbeitslieder derart gesammelt. In ausgesprochenem Rhythmus hämmert der Schmied, der Schlosser, der Klempner, der Keßler, klopft der Schuster, sägt, hobelt und raspelt der Tischler. Ganze Trommelmärsche vollführen die Fleischerburschen auf dem Hackbrett, die Küfer beim Hämmern der Faßreifen; zu fast melodischer Taktfolge vereint sich der Klang der Dreschflegel beim Dreschen.

Rhythmus bei Leibesübungen.

So lag es mehr wie nahe, die Erleichterung, welche Rhythmus und Takt der willengebenden Nervenarbeit bringen, auch für das Gebiet der Leibesübungen nutzbar zu machen, und selbst solche Übungen, welche an sich eine rhythmische Folge nicht bedingen, taktmäßig ausführen zu lassen. Nehmen wir z. B. eine Gruppe von Freiübungen. Der Befehlende hat es in der Hand, durch die Art des Befehls eine geeignete Bewegung der Gruppe, z. B. einen Ausfall mit Vorstoßen des Arms, dem Charakter dieser vorstoßenden angreifenden Bewegung gemäß, kurz, schneidig mit „Ruck und Zuck" vornehmen zu lassen. Eine andere Bewegung der Gruppe, z. B. eine tiefe Kniebeuge, wird ihren Übungszweck als Gleichgewichtsübung erst dann recht wahren, wenn sie in tadelloser Haltung des Rumpfes langsam ausgeführt wird. Der Übungserfolg der Freiübungen wie auch der Gerätübungen beruht zum großen Teil darin, daß eine jede Bewegung ihrem Charakter gemäß bald in kraftvoll schnellender, bald in schwunghaft ausholender, bald in gleichmäßig langsamer Form ausgeführt wird. Gleichwohl läßt man nicht nur Freiübungen verschiedenster Art im rhythmischen Gleichtakt ausführen, sondern auch Gerätübungen (beim Gemeinturnen), ja es ist uns sogar Geräteturnen nach dem Takt der Musik empfohlen worden! Diese rhythmische Ausführung verschiedenartiger Bewegungen nimmt vielen von ihnen geradezu ihren Charakter. Sie hat aber ein anderes zur Folge. Während bei reiner Befehlsausführung die Bewegung auch eine rein willkürliche ist, gibt die taktmäßige Ausführung der Bewegung einen mehr oder weniger ausgesprochenen

halbautomatischen Charakter. Die Bewegung wird zwar gleichmäßiger, abgerundeter erfolgen, aber auch kraftloser und unbestimmter, sie wird mehr mechanisch, automatenhaft. Mag nun auch solche Ausführung das Gemeinturnen in Frei- und Gerätübungen, vorausgesetzt daß es sich um leichte geläufige Bewegungen handelt, mehr erholend gestalten, da es durch den taktgebenden Rhythmus die kraftgebende Willensanregung mehr oder weniger ersetzt, im Übermaß betrieben, wirkt solche Gymnastik geradezu entmannend und entnervend. Die koordinierende Willenstätigkeit ebensowohl zu festen, kurzen, wie zu langsamen ebenmäßigen Bewegungen zu erziehen, dem Körper Schnellkraft ebensogut wie ruhiges Gleichmaß in seinen Bewegungen zu verleihen, ist ein wichtiges Ziel erzieherischer Leibesübung. Dies Ziel wird aber nicht erreicht, wenn das Taktturnen zu großen Umfang gewinnt. Schon die vielerlei taktmäßigen Schrittarten, Nachstellgang, Kiebitzgang, Schottischhüpfen, Galopphüpfen usw. haben nur sehr mäßigen Übungswert. Indes sie wirken erholend auf das Nervensystem und mögen in bescheidenem Maße namentlich im Mädchenturnen ihre Anwendung finden. Wie einschläfernd aber wirkt – namentlich im Mädchenturnen wuchert diese Unsitte – das ewige Taktzählen bei den Frei- und selbst bei den Gerätübungen! Das heißt doch die Kinder nur willenlos machen und zu Gliederpuppen erziehen; das heißt die Turnübungen jeden Charakters entkleiden. Die Eigenschaft unseres Nervensystems, taktmäßige Bewegungen unter Ausschaltung der willkürlichen Willenshebung zu halbautomatischen zu machen, zu mechanisieren, mache man sich da und mit Recht zu Nutze, wo es sich um ihrem Wesen nach taktmäßige Bewegungen handelt. Man zwänge aber nicht die Bewegungen, welche den koordinierenden Willen üben sollen, in taktmäßige Folgen, denn sie werden sonst ihres ureigenen Übungszweckes entkleidet.

Gleichtakt und Rhythmus.

Soll aber eine Folge von Bewegungen im Rhythmus ausgeübt werden, so vergesse man nicht, daß der Gleichtakt nur eine einzelne-, und zwar die einfachste Form von Rhythmus ist. Vielmehr muß man dann jedesmal diejenige rhythmische Folge suchen, welche der zu übenden Bewegungsfolge gemäß den Charakter der Bewegungen, aus denen sie zusammengesetzt ist, auch wirklich anpaßt. Die einzelnen Abschnitte der Gliedmaßen (Unterarm, Unterschenkel) werde ich schneller bewegen als das ganze Glied; das ganze Glied (Arm, Bein) schneller als den Rumpf. Bei Rumpfübungen werden auf der Höhe der Bewegung Halten eintreten müssen, um die Übung wirksam zu gestalten.

Nehmen wir als Beispiel etwa folgende Bewegungsgruppe:

1. Arme beugen;
2. Arme vorhochheben;
3. Rumpf vorwärts beugen;
4. Rumpf aufrichten;
5. Arme beugen;
6. Arme abwärtsstrecken.

Diese Übung würde dann in dem beliebten Gleichtakt einfach folgendes rhythmische Bild ergeben:

◡ ◡ ◡ ◡ ◡ ◡
1! 2! 3! 4! 5! 6!

Die Rumpfübung wird durch solchen Gleichtakt einfach unwirksam gemacht. Der richtigere Rhythmus wäre:

◡ ◡́ —́— ⌒ —́— ◡ ◡́
1! 2! 3....! 4......! 5! 6!

Dabei bedeutet das Haltezeichen ◠ ein kurzes Beharren in der Rumpfsenkhalte. Der erste Abschnitt dieses rhythmischen Bewegungsbildes verbindet sich mit einer Ausatmung, der zweite mit einer Einatmung.

Auf diese Weise ist für jede Freiübungsfolge ja auch für Gemeinübungen am Gerät eine bestimmte rhythmische Ausführung möglich und anwendbar. Sie muß aber jedesmal mit richtigem Gefühl und turnerischem Verstand herausgefunden werden. Je nachdem wird sie sich recht mannigfach und zu kunstvollen Gebilden gestalten, auch dem Rhythmus kurzer musikalischer Themen anpassen lassen. Wem aber solches rhythmisches und musikalisches Gefühl nicht gegeben ist, der bleibe doch am besten dabei, nur mit jedesmaligem Nennen der Bewegungen zu befehlen. Für jüngere Schüler ist das unbedingt das sicherste, schon weil es ihr Gedächtnis nicht in Anspruch nimmt.

§ 233. Ermüdung des Gehirns nach geistiger Arbeit.

Ermüdung des Gehirns nach geistiger Arbeit.

Geistige Arbeit ist stets begleitet von erhöhten Stoffwechselvorgängen im Gehirn. Gleichwie bei der Muskelarbeit schließlich als Endprodukte des Stoffwechsels Ermüdungsstoffe im Muskel auftreten, welche den Muskel ermüden machen und lähmen, so sind es auch nach Gehirnarbeit im Gehirn sich ansammelnde Ermüdungsstoffe, welche geistige Ermüdung veranlassen. Geistige Ermüdung tut sich kund zunächst in einer Schwächung des Aufmerksamkeitsvermögens. Während wir z. B. beim Anhören eines wissenschaftlichen Vortrages, oder beim Lesen eines Buches, das unsere Denktätigkeit stark in Anspruch nimmt, zuerst mit großem Interesse und vollem Verständnis folgen können, wird es uns bei langer Dauer des Zuhörens oder des nachdenkenden Lesens schon schwieriger zu folgen und zu begreifen. Schließlich ertappen wir uns immer mehr dabei, daß die uns durch das Ohr oder das Auge zugetragenen Ausführungen nicht mehr durch die Denktätigkeit in voller Schärfe erfaßt werden, achtlos vorübergleiten, daß Gedanken anderer Art, zufällige kleine Vorkommnisse in unserer Umgebung die Aufmerksamkeit ablenken. Wir „verlieren den Faden". Nur mit Anstrengung vermögen wir unsere Aufmerksamkeit wieder gespannt auf den uns beschäftigenden Gegenstand zu richten, schließlich erlahmt unsere Denktätigkeit: das Hirn wird ermüdet, bedarf der Erholung.

Solche Erholung bietet schon die Beschäftigung mit einem anderen Gegenstand, die Ablenkung der Aufmerksamkeit auf ein anderes Gebiet des Denkens. Es ist damit wie mit dem Turner, der nach anstrengender, ausschließlich den Arm ermüdender Übung doch vollkommen frisch ist zu Springübungen.

Geistige Erschöpfung.

Anders, wenn längere, über viele Stunden fortgesetzte geistige Anstrengung schließlich zu erschöpfender geistiger Allgemeinermüdung führt. Solche macht auch unfähig, auf einem anderen geistigen Gebiet noch mit Erfolg tätig zu sein. Sie äußert sich vielmehr in Unlust zu jeder Betätigung, reizbarer Schwäche, Launenhaftigkeit, zuweilen auch in Kopfweh, Schwindelgefühl und Herzklopfen.

Verschiedene Leistungsfähigkeit.

Indes bestehen in bezug auf die Ermüdbarkeit des Gehirns bei den verschiedenen Menschen ganz außerordentliche Verschiedenheiten. Vor allem machen Übung und Gewohnheit das Gehirn ungemein leistungsfähiger und widerstandskräftig gegen Ermüdung. Der Gelehrte vermag Tag für Tag viele Stunden sein Denken auf einen Gegenstand allein zu richten und geistig zu schaffen; der fromme Landmann vernimmt mit Andacht den Anfang der Sonntagspredigt — um bald unwiderstehlichem Schlaf zu verfallen. Genau so wie ein wenig geübter Muskel bald bei ungewohnter Tätigkeit erlahmt, während ein wohltränierter Muskel zu langen Dauerarbeiten

geschickt ist. Nun sprechen aber bei geistiger Tätigkeit noch eine Menge von begleitenden Umständen bald als erleichternd, bald als erschwerend mit: Ernährungszustand, Ausgeruhtsein des Gehirns nach erquickendem Schlafe oder Unaufgelegtheit nach schlecht verbrachter Nacht, Gemütsstimmung, anfeuernde oder niederschlagende Eindrücke usw. usw. Es ist daher unmöglich, für die geistige Leistungsfähigkeit und die geistige Ermüdung irgendwelche allgemein gültige Gesichtspunkte zu gewinnen. Die geistige Arbeit bei den verschiedenen Menschen ist nach ihrer Art und ihrem Umfang zu wenig vergleichbar.

Geistige Arbeit bei Schulkindern.

Anders da, wo noch einigermaßen gleichartig geistige Entwickelung vorhanden und gleiche geistige Arbeit zu verrichten ist: nämlich im früheren Schulalter. Hier hat man in der Tat festzustellen vermocht, in welcher Zeit durchschnittlich bei geistiger Arbeit sich Ermüdungserscheinungen zeigen und in welchem Grade sie zunehmen. Die geistige Ermüdung bei Schulkindern hat sich so in Gestalt einer Kurve bestimmen lassen. Die geistige Arbeitsfähigkeit von Schülern nimmt in der ersten Hälfte einer Schulstunde zu, um von da ab stetig zu sinken. Ob man die Arbeitsgeschwindigkeit beim Addieren (Kraepelin), die Häufigkeit von Fehlern beim Rechnen (Burgerstein) oder beim Niederschreiben von Diktaten (Hoepfner) oder die Prüfung des Gedächtnisses zum Maßstab nahm, immer zeigt sich nach einer gewissen Zeit das Auftreten zunehmender Ermüdungserscheinungen.

Diese Untersuchungen sind wichtig einmal zur Bestimmung der nutzbringendsten Dauer der Schulstunde und sodann zur Ermittelung der nötigen Erholungszeit nach einer Schulstunde.

Lektionsdauer.

Was zunächst die Dauer der Schulstunde — oder sagen wir die Lektionsdauer betrifft, so ist es namentlich bei Kindern vor beginnender Entwickelung, also vom 7. bis 13. Lebensjahr, schon nicht mehr möglich, gleichmäßige Aufmerksamkeit eine volle Stunde, 60 Minuten lang, zu erzielen. Häufigere kürzere Lektionen fördern mehr als längere und weniger häufigere. Man hat deshalb die Einführung von sogen. Kurzstunden von 40—45 Minuten in den Schulen gefordert, weil man dadurch die Schulkinder geistig frischer erhält und weit bessere Ergebnisse im Unterrichte erzielt. Nach jeder solchen Stunde soll dann eine Pause von mindestens 10 Minuten folgen.

Da in den beiden ersten Schulstunden die geistige Leistungsfähigkeit am größten, so sind in diese diejenigen Unterrichtsgegenstände zu verlegen, welche die größten Ermüdungswerte haben, das sind Rechnen oder Mathematik und fremde Sprachen. Allerdings ist nicht nur der Lehrgegenstand an sich, sondern auch die Art seiner Behandlung durch die Lehrer von großem Einfluß auf die geistige Ermüdbarkeit der Schüler.

§ 234. Wechselwirkung zwischen geistiger und körperlicher Ermüdung.

Wechselwirkung zwischen geistiger und leiblicher Ermüdung.

Es galt bis vor kurzem in weiten Kreisen als ein feststehender Satz, daß nach geistiger Anstrengung kräftige Leibesübung besonders geboten sei, da sie erholend wirke und das blutüberfüllte Gehirn entlaste. So schrieb z. B. der Münchener Chirurg Professor von Nußbaum im Jahre 1889: „Turnt der Denker, welcher den ganzen Tag sein Gehirn anstrengte und blutreich machte, so werden die Muskeln voll vom Blute strotzen und das Blut wird dem überfüllten Gehirn entnommen . . . .“ Man hat, weil man das Turnen nur als eine Erholung nach geistiger Arbeit betrachtete, darum auch keinen Anstand genommen, die Turnstunden im Lehrplan mitten

zwischen die anderen Unterrichtsstunden zu setzen, ja unmittelbar einer Reihe von Lehrstunden folgen lassen.

Die Verhältnisse liegen aber durchaus nicht so einfach als man früher annahm. Geistige Arbeit, Muskelarbeit und Sinnesempfindung sind durchaus keine Kreise, die nebeneinander bestehen und sich kaum berühren, im Gegenteil, diese Kreise überschneiden sich; starke geistige Arbeit ermüdet nicht nur das Gehirn, sondern setzt auch erheblich die Fähigkeit zu willkürlicher Muskelarbeit herab, — und umgekehrt. Ebenso wird die Empfindungsfähigkeit der Haut — andere Sinnesempfindungen sind daraufhin noch nicht untersucht — durch geistige Ermüdung abgeschwächt.

Geistige Ermüdung und Hautempfindlichkeit.

Beginnen wir mit letzterer Erscheinung. Es war vor allen Griesbach, welcher nachwies, daß die Tastempfindungen der Haut mit dem Grad der geistigen Ermüdung an Feinheit erheblich einbüßen, die „Raumschwelle" zunimmt. Er benutzte zu diesem Nachweis den in der Heilkunde längst gebräuchlichen Tasterzirkel (Fig. 362). Er besteht aus zwei an einem horizontalen, mit feiner Maßeinteilung versehenen Arm befindlichen Zirkelspitzen. Die eine Spitze ist fest an dem Ende des Armes angebracht, die andere ist verschiebbar. Setzt man die beiden in bestimmter Entfernung

Fig. 362.

befindlichen Zirkelspitzen gleichzeitig auf die Haut, so werden sie als zwei Spitzen empfunden. Nähert man langsam die bewegliche Spitze immer mehr der unbeweglichen, so gelangt man schließlich an einen Punkt, wo die beiden Spitzen nur als eine empfunden werden. Dieser Punkt ist kein fester. Während z. B. beim Erwachsenen an der Zungenspitze noch beim Abstand von 1,1 Millimeter deutlich zwei Spitzen gefühlt werden, geschieht dies auf dem roten Teil der Lippen und an der Fingerspitze erst beim Abstand von 4,5 bis 6 mm, auf dem Handrücken bei 31,5 mm und auf der Haut des Rückens bei einem Abstand von 40 – 60 mm. Bei Kindern im schulpflichtigen Alter sind übrigens die Empfindungen der Haut feiner als beim Erwachsenen und die Entfernungen der Zirkelspitzen, welche noch eine Doppelempfindung geben, kleinere – namentlich bei der von Griesbach verfeinerten Form des Instruments.

Griesbach wählte zu seinen Untersuchungen die Gesichtshaut über dem Jochbein. Er fand, daß an Schultagen vor dem Unterricht ein kleinerer Spitzenabstand genügt, um eine Doppelempfindung zu geben, als nach einer oder mehreren Unterrichtsstunden. Konnte z. B. ein Schüler vor Beginn des Unterrichts bei einem Spitzenabstande von 5 mm noch genau zwei Spitzen empfinden, so war dies schon nach der ersten Unterrichtsstunde erst bei 10, 15 oder mehr Millimetern der Fall. An schulfreien, ohne nennenswerte geistige Arbeit verbrachten Tagen waren derartige Schwankungen der Tastempfindlichkeit nicht nachweisbar. Wagner hat sodann an Schülern des neuen Gymnasiums in Darmstadt Untersuchungen nach dieser Methode angestellt. Diese wiesen zunächst große individuelle Verschiedenheiten bei den einzelnen Schülern in der Tastempfindung auf, ergaben aber stetig eine mit geistiger Ermüdung wachsende Abnahme der Empfindlichkeit. Wagner untersuchte mit dieser Methode auch den Ein=

fluß der Spiel- und Turnstunden zwischen dem Unterricht, d. h. die vermutete erholende Wirkung dieser Stunden und kam dabei zu dem Ergebnis: „Vom energischen Geräteturnen darf man im allgemeinen gar nicht, von Spielstunden nur bedingt erholenden Einfluß erwarten."

Ist dieser Weg der Untersuchung für sich allein auch zu beschränkt und bietet, wie namentlich Kraepelin nachwies, zu viele Fehlerquellen, um den Grad der geistigen Ermüdung mit Sicherheit danach zu bemessen und allgemein gültige Folgerungen daraus zu ziehen, so sind die gewonnenen Tatsachen, wenn in Verbindung gebracht mit anderweitigen Feststellungen, doch immerhin für ein Hygiene des Schulunterrichts von gewissem Werte.

Jedenfalls ist als feststehend zu erachten, daß geistige Ermüdung, d. h. Ermüdung des Gehirns, auch die Empfindungsnerven in Mitleidenschaft zieht und die Feinheit der Tastempfindung in merklicher Weise, entsprechend dem Grade der Hirnermüdung, abschwächt.

Einfluß der Muskelermüdung auf die geistige Tätigkeit.

Eine ähnliche Wechselwirkung besteht zwischen Muskelanstrengung und geistiger Anstrengung. Vielfältige Beobachtung hat gelehrt, daß anstrengende Muskelarbeit zu geistiger Arbeit unlustig und unfähig macht. Der Verbrauch an Nervenenergie, wie er durch anstrengende Muskeltätigkeit bewirkt wird, sowie die im Blute kreisenden Ermüdungsstoffe wirken zweifellos ungünstig auf die Hirntätigkeit ein. Andererseits wissen manche geistig stärker beschäftigte Leute, daß eine Frühwanderung, eine Ruderfahrt oder eine Radfahrt in Morgensonnenschein, vorausgesetzt, daß es sich dabei um eine gewohnte und nicht bis zu merklichen Ermüdungserscheinungen fortgesetzte Leistung handelt, in wohltuender Weise erfrischt und erregt und die Arbeitslust zu geistigem Schaffen steigert. Es wäre sicherlich wertvoll, die Grenze bestimmen zu können, bis zu welcher Leibesübung und Leibesbewegung als förderlicher Reiz auf die geistige Tätigkeit wirkt, und von wann ab umgekehrt letztere beeinträchtigt wird. Dabei dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die gesamte körperliche Verfassung, Übung und Gewohnheit diese Grenzen verschieden gestalten werden. Was im besonderen bei Turn- und Spielstunden, welche mitten zwischen den übrigen Unterrichtsstunden liegen, den Einfluß des Turnens und Spielens auf die Aufmerksamkeit und Lernfähigkeit in der unmittelbar nachher folgenden Lehrstunde betrifft, so sind die darüber gemachten Angaben wenig bestimmte und widersprechende.

Einfluß geistiger Ermüdung auf die Muskelarbeit.

Um so besser sind wir unterrichtet über die Beeinflussung der willkürlichen Muskelbewegungen durch vorausgegangene geistige Anstrengung. Wir verdanken die versuchsmäßige Feststellung der hierher gehörigen Tatsachen vor allem dem bekannten Physiologen A. Mosso in Turin. Er erforschte die einschlägigen Verhältnisse an der isolierten willkürlichen Tätigkeit eines umschriebenen kleinen Muskelbezirks, nämlich der Beugemuskeln des Mittelfingers. Den Apparat, dessen sich Mosso hierzu bediente, nannte er „Ergograph" d. h. Arbeitsaufzeichner. Die Versuchsanordnung ist dabei so (Fig. 363), daß durch bequemen Sitz, Umpolsterung des auf einen Tisch gestreckt aufgelagerten Armes, Verhütung der Mitarbeit der benachbarten Finger durch deren Einstecken in feste Hülsen, nur der Mittelfinger allein sich zu beugen und zu strecken hat. Und zwar hat der Mittelfinger an einer Schnur ein über eine Rolle laufendes Gewicht von 3—4 Kilo (G Fig. 363) nach dem Takte eines Metronoms oder eines Pendels auf und nieder zu ziehen, solange, bis auch die äußerste Willensanstrengung den Muskel nicht mehr zur Arbeit zu bringen vermag, d. h. bis der Muskel übermüdet ist und versagt. Die das auf- und niedergehende Gewicht tragende Schnur ist an der Kuppe des arbeitenden Mittelfingers

Mossos Ergograph.

mittels eines Fingerlings von Gummi befestigt; des weiteren steht diese Schnur in Verbindung mit einem leichtgehenden Schreibhebel (S Fig. 363), welcher die einzelnen Hebungen und Senkungen, also die Arbeit der betreffenden Muskeln, anschaulich auf einer rundgehenden Schreibtrommel oder einer beweglichen Schreibfläche aufzeichnet. Die so gewonnenen Kurvenbilder lassen nicht nur mit einem Blick Art

Fig. 363. Das Ergograph von A. Mosso.

und Umfang der geleisteten Arbeit erkennen, sondern gestatten auch die genaue Bestimmung der geleisteten Arbeit in Meter-Kilogrammen.

Als Versuchspersonen dienten Mosso meist Fachgenossen, welche zu den Versuchen das wissenschaftliche Interesse und damit diejenige Willensrichtung mitbrachten, die Täuschungen möglichst ausschließt. So gewonnene Kurven sind in Fig. 364 u. 365 wiedergegeben. Sie zeigen, von verschiedenen Versuchspersonen aufgenommen, einen

Fig. 364.

Fig. 365.

besonderen Unterschied. Nämlich in der Kurve Fig. 364 sehen wir, wie die zur Arbeit angewendete Kraft von Anfang an nach und nach geringer wird und allmählich sinkt, bis zur völligen Erschöpfung, während in der Kurve Fig. 365 ein Sinken der Kraft auf geraume Zeit nur in geringem Grade wahrnehmbar ist, bis dann plötzlich

Ermüdungsgefühl und Erschlaffung eintrit, so daß die Kurve steil ab auf den Nullpunkt herabfällt. Kurven von anderen Personen zeigten wieder andere Ermüdungsformen. Das heißt also: die Art, wie wir müde werden, ist für jeden einzelnen Menschen etwas verschieden, ja vielleicht charakteristisch und typisch. Denn wenn wir den gemachten Versuch am Ergographen bei denselben Personen unter genau denselben Umständen wiederholen, so erhalten wir stets dieselbe Form der Ermüdungskurve. Allerdings ändert sich diese im Lauf der Zeit bei etwaiger Kräftezunahme durch regelmäßige Übungen in bezug auf die Häufigkeit der Hebungen und Senkungen und damit der gesamten Arbeitssumme.

Charakteristische Gestalt der Ermüdungskurve bei den einzelnen Menschen.

Fig. 366.

Fig. 367.

Wir konnten an diesen bemerkenswerten Ergebnissen nicht vorübergehen, ohne wenigstens einen Blick darauf geworfen zu haben. Was nun die Versuche betrifft, welche die Beeinflussung des willkürlichen Bewegungsapparates durch die geistige Anstrengung ermitteln sollten, so stellte Mosso deren zahlreiche unter den verschiedensten Bedingungen an. Stets fand sich das gleiche Ergebnis: Herabsetzung der Leistungsfähigkeit des willkürlichen Bewegungsapparats durch geistige Anstrengung. Einige dieser Versuche seien hier aufgeführt.

Änderung der Ermüdungskurve des Ergostaten nach geistiger Anstrengung.

Bei einem Professor, einem kräftigen Manne, wurden an zwei Tagen hintereinander Leistungsproben mit dem Ergographen vorgenommen und zwar zur selben Tagesstunde – nur mit dem Unterschied, daß der Betreffende an dem einen Tage vor dem Versuche keinerlei anstrengender Tätigkeit sich hingegeben hatte, also frisch war, während er an dem anderen Tage vor dem Versuch eine Vorlesung gehalten hatte.

Das Ergebnis war: Am Tage ohne geistige Ermüdung zog Dr. M. 3 kg 48 mal hoch und leistete eine Arbeit von insgesamt 7,161 kg-Metern, am anderen Tage nach der Vorlesung zog er 3 kg nur 38 mal hoch und leistete 5,055 kg-Meter Arbeit.

Nach einigen Monaten wurden von demselben Herrn Versuche vor und nach einer mehrstündigen geistig sehr anstrengenden Prüfung vorgenommen mit noch mehr ausgesprochenem Ergebnis.

Vor der Prüfung schrieb Dr. M. am Ergographen:

Zahl der Zusammenziehungen . . . . . . = 40
Arbeit in kg=Metern . . . . = 6,087.

Nach Erledigung von 14 Prüfungen schrieb er:

Zahl der Zusammenziehungen . . . . . . = 24
Arbeit in kg=Metern . . . . = 2,745.

Am letzten Tage der Prüfungssitzungen schrieb Dr. M. am Ergographen:

1. Vor den Prüfungen (Fig. 366):

Zahl der Zusammenziehungen . . . . . . = 43
Arbeit in kg=Metern . . . . = 5,694.

2. Nach Erledigung von 19 Prüfungen (Fig. 367):

Zahl der Zusammenziehungen . . . . . . = 11
Arbeit in kg=Metern . . . . = 1,086

also das vollkommene Bild von Muskelerschöpfung!

Direkte Reizung der Muskeln.

Auch wenn die Arbeit der den Mittelfinger bewegenden Muskeln nicht durch den Willen, sondern durch direkte elektrische Reizung der betreffenden Muskeln mittels des Induktionsstroms erfolgte, ließen sich dieselben Ermüdungserscheinungen nach geistiger Anstrengung nachweisen. Das heißt also: daß die geistige Arbeit nicht nur Veränderungen in den willengebenden Bewegungszentren des Gehirns hervorruft, sondern auch die Muskeln selbst beeinflußt.

Ursachen der Ermüdung der Bewegungsorgane.

Fragen wir nach den Ursachen dieser Ermüdung der Bewegungsorgane, so liegt vor allem nahe, die im Blute kreisenden Ermüdungsstoffe, welche sich infolge von Muskelarbeit ebenso bilden wie infolge von Gehirnarbeit, als die wirksame Ursache anzusehen. Des weiteren stellt Mosso die Vermutung auf, gestützt auf eine Reihe physiologischer Tatsachen, daß bei der geistigen Arbeit Stoffe verbraucht werden, welche sonst zur Krafterzeugung im Muskel gedient haben würden.

Wie dem auch sei: die Tatsache, daß Gehirnermüdung auch die Nervenzentren der willkürlichen Bewegung erschöpft und die Muskeln schwächt, ist eine feststehende.

Folgerung für die Vornahme von Leibesübungen.

Bei bestehender Hirnermüdung anstrengende Muskelübungen vornehmen zu lassen, namentlich solche, die große Nervenarbeit verbrauchen, wie Fechten, schwierige Geschicklichkeits= und Aufmerksamkeitsübungen, würde die Ermüdungserscheinungen nur steigern und verschlimmern. Wir würden damit der bestehenden Gehirnanstrengung nur eine neue Anstrengung gleicher Art noch hinzufügen und das Nervensystem schädigen. Die durch geistige Arbeit geschwächten Kräfte bedürfen vielmehr der Erholung durch Ruhe oder allenfalls durch eine erholende Form von Bewegung. Eine solche ist für den Gelehrten der ruhige Spaziergang, für den Knaben und Jüngling das Spielen und Tummeln in freier reiner Luft.

Folgerungen für das Schulturnen.

Für das Schulturnen sind aber alle vorhergehenden Ermittelungen besonders wichtig, da sie zur Entscheidung der Frage: auf welche Zeit sollen Schulturnstunden am besten gelegt werden und welche Übungsarten sind je nach Lage der Turnstunden im Schulstundenplan zu bevorzugen, wesentlich beitragen.

Es steht außer Frage, daß eine Turnstunde, welche etwa drei oder vier angestrengten Schulstunden unmittelbar folgt, unter Umständen eine starke Belastung der Hirn= und Nerventätigkeit darstellt, aber keine Entlastung. Für derart gelegene Turnstunden würden also diejenigen Übungsarten die geeignetsten sein, welche zwar ein möglichst geringes Maß von Nerventätigkeit und von qualitativer Muskelleistung, jedoch ein ausgiebiges Maß von Muskelbewegung gewähren. Dies sind vor allen Dingen die halbautomatischen Tätigkeiten, wie Marschieren, Laufen, Springen, sowie die durch Lustgefühle erleichterten Bewegungen des Spiels. Geschicklichkeitsübungen werden dagegen, namentlich bei unbeholfeneren Anfängern, stark belasten. Erst recht

gilt dies von verwickelteren Aufmerksamkeitsübungen, ferner vom Fechten, ja auch von schwierigeren Ballspielen, welche große Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit erfordern.

Da wir aber im Interesse des Turnens, im Interesse der Erziehung der Bewegungsorgane durchaus nicht verzichten wollen auf alle die wertvollen Übungen, welche sichere Beherrschung der Muskulatur, Geschicklichkeit, Gewandtheit, Schnelligkeit, Schlagfertigkeit, Geistesgegenwart erfordern, so ist es nötig, daß wenigstens ein Teil der Turnzeit für jede Schulklasse so liegt, daß die Schüler noch frisch zum Turnen kommen und daß wir ihnen dann mit Erfolg und ohne Schädigung alles das zumuten können, was sich in ungünstiger gelegenen Turnstunden verbietet.

Zur Zeit der Versetzungsprüfungen soll überhaupt kein systematisches, auch geistig anstrengendes Turnen stattfinden, sondern es soll der Leibesbewegung durch Spiel und kleine Wanderungen lediglich ein ausspannender, erholender Charakter verliehen werden.

Der Vormittag dem Geist — der Nachmittag dem Körper.

Die allerradikalste Lösung, die auch neuerdings in steigendem Grade wieder Fürsprecher findet, wäre die, daß der geistige Unterricht nur am Vormittag stattfindet, die Leibesübungen aber — neben anderen technischen Fächern, wie Gesang und Zeichnen — lediglich in den Nachmittagsstunden mit ausgeruhten frischen Schülern vorgenommen werden. Bei unseren Riesenschulen ist das aber schon darum nicht durchführbar, weil die Zahl der Turnhallen und Turnplätze nicht ausreicht. Auch häufen sich bei solcher Anordnung des Turnunterrichts die Dispensationsgesuche erfahrungsgemäß derart, daß nur ein kleiner Bruchteil der Schüler überhaupt an der Wohltat des Turnens teilnimmt.

Von den Neueren war es besonders der Vorläufer der heutigen Spielbewegung in Deutschland, Amtsrichter Hartwich, der 1880 als das zu erstrebende Ziel hinstellte: „Der Vormittag dem Geist, der Nachmittag dem Körper". —

B. Die peripheren Nerven und Sinnesorgane.

§ 235. Die peripheren Nerven.

Die peripheren Nerven.

Hirn- und Rückenmarksnerven.

43 Nervenpaare gehen zur rechten und linken Körperhälfte vom Gehirn und Rückenmark ab. Davon zählen 12 Paare zu den Gehirn-, 31 Paare zu den Rückenmarksnerven. Diese Nervenpaare verzweigen sich nach ihrem Austritt aus den Zentralorganen meist durch Teilung in immer feinere Nervenbündel und -Fasern, um dann schließlich entweder in Sinneszellen als Sinnes- oder Empfindungsnerven, oder in den Muskeln als Bewegungs- oder Muskelnerven zu enden. Die Sinnesnerven leiten lediglich Erregungen von den Sinnesorganen (Nase, Auge, Ohr, Zunge, äußere Haut; außerdem entspringen auch in den inneren Körperteilen Empfindungsfasern) nach dem Rückenmark und dem Gehirn, und erst hier in den Zentralorganen findet die Deutung der Reize statt. So ist es z. B. nicht das Auge, welches sieht, sondern das Auge ist lediglich ein optischer Apparat, in welchen Bilder der Außenwelt gelangen und die im Augenhintergrund liegenden zahllosen Sehnervenendigungen in bestimmter Weise erregen. Im Hirn ist es aber, wo diese Erregungen gedeutet und als Abbild der Außenwelt empfunden werden. Schneidet man die Sehnerven durch, unterbricht man die Leitung zum empfindenden Zentralorgan, so ist das betreffende

Auge blind, auch wenn es unverletzt ist und nach wie vor Lichtbilder auf seine Netzhaut fallen. – Die Muskelnerven leiten lediglich Bewegungsreize von den Zentralorganen zu den Muskeln.

Nur eine Anzahl von Gehirnnervenpaaren besteht ausschließlich entweder aus Sinnes- oder aus Bewegungsnerven. Andere Hirnnerven und sämtliche Rückenmarksnerven sind gemischte Nerven, d. h. es sind in ihnen, wie Drähte die in einem Kabel vereint sind, sowohl zum Hirn hinleitende, wie vom Hirn zu den Muskeln hinableitende Fasern vorhanden. Diese Leitungen liegen in dem Nervenbündel vereint, ohne sich gegenseitig zu stören (Gesetz der isolierten Leitung).

Die zwölf Hirnnervenpaare.

§ 236. Die zwölf Hirnnervenpaare.

Die vom Gehirn entspringenden Nerven treten sämtlich an der Hirnbasis aus der Hirnmasse (s. o. Fig. 354) und gehen durch die Öffnungen der Schädelhöhle zum Gesichtsteil des Kopfes, ferner zum Kehlkopf und den dem Kehlkopf benachbarten Organen. Das elfte Hirnnervenpaar geht zu der Muskulatur des Nackens, das zehnte Hirnnervenpaar hinab zu den Brust- und Baucheingeweiden.

Die zwölf Hirnnervenpaare sind folgende:

Geruchsnerv.

1. Der Geruchsnerv. Er liegt platt an der Unterseite der Stirnlappen des Gehirns. Sein verdicktes kolbiges Ende ruht der horizontalen Platte des Siebbeins auf und sendet durch die Löcher der Siebbeinplatte zahlreiche Nervenäste hinab zur Nasenhöhle, in deren Schleimhaut die Riechnerven in den Riechzellen enden.

Sehnerv.

2. Der Sehnerv. Der Sehnerv tritt vor den zum Großhirn gehenden Brückenarmen aus der Tiefe hervor. Rechter und linker Sehnerv nähern sich sodann, verschmelzen miteinander und bilden, wieder auseinanderweichend, eine xförmige Figur: Die Sehnervenkreuzung. Hierbei findet eine teilweise wirkliche Kreuzung der von der rechten und der linken Hirnseite kommenden Nervenfasern statt, so daß die der rechten Hirnseite entstammenden Sehnervenfasern je die rechten Hälften der beiden Augäpfel, die der linken Hirnseite entstammenden Fasern die nach links liegenden halben Gesichtsfelder beider Augen versorgen.

Nach der Kreuzung treten rechter und linker Sehnerv durch das Sehloch in die Augenhöhle und gehen über in den Augapfel, der dem Sehnerven wie die Frucht dem Stiele aufsitzt.

Das dritte, vierte und sechste Nervenpaar stellen reine Bewegungsnerven dar, und zwar gehen diese sämtlich zu den Muskeln, welche der Bewegung des Augapfels und des oberen Augenlids dienen.

Fünfter oder dreigeteilter Nerv.

Das fünfte Hirnnervenpaar oder der dreigeteilte Nerv. Der dreigeteilte Nerv ist der stärkste der Gehirnnerven. Er tritt seitlich von den Brückenarmen zum Kleinhirn hervor und bildet noch in der Schädelhöhle einen Nervenknoten, von welchem aus die drei Äste des Nerven, durch Kanäle des knöchernen Schädels hindurchtretend, zu den verschiedenen Bezirken des Gesichtsschädels gelangen. Der erste und zweite Ast sind reine Empfindungsnerven, und versorgen die Stirngegend, die Augengegend, die Haut der Nase, der Wangen, sowie die Zähne des Oberkiefers mit Empfindungsnerven, während der dritte Ast ein gemischter Nerv ist, der Bewegungsfasern zu allen Kaumuskeln, Empfindungsnerven namentlich zu den Zähnen des Unterkiefers, zur Zunge, zur Wangenschleimhaut, zur Schläfengegend, zur Haut der Unterlippe und des Kinns sendet.

Es sind Zweige dieses mit seinen Verzweigungen durch feinste Knochenkanälchen hindurchtretenden und außerordentlich leicht verletzbaren Nerven, deren Empfindlichkeit

sich durch ein Heer von Zahnschmerzen, Kopfschmerzen, Gesichtsschmerzen, Migräne u. dergl. bemerkbar macht, — Lebensäußerungen, die dem dreigeteilten Nerv schon oft den Ruf eines besonderen Plagegeistes der Menschheit eingebracht haben.

Gesichtsnerv.

Das siebente Hirnnervenpaar oder der Gesichtsnerv ist wieder ein reiner Bewegungsnerv. Seine Verzweigungen gehen nämlich zu allen denjenigen Muskeln des Gesichts, welche das Mienenspiel verursachen und den Gemütsbewegungen ihren bezeichnenden Ausdruck verleihen. Der Gesichtsnerv wird daher auch der „mimische" Nerv genannt. Lähmung des Gesichtsnerven auf einer Seite schafft eine bezeichnende und unverkennbare Ungleichheit der beiden Gesichtshälften, indem auf der gelähmten Seite das untere Augenlid, der Mundwinkel, die Wangen schlaff herabhängen, die vom Nasenflügel ausgehende Falte sich verstreicht usw.

Gehörnerv.

Das achte Hirnnervenpaar bildet der Gehörnerv. Er tritt in den inneren Gehörkanal am Felsenbein des Schädelgrunds und verbreitet sich in den im Innern des Felsenbeins gelegenen und die Gehörsempfindungen vermittelnden Teilen des Gehörorgans.

Zungenschlundkopf- oder Geschmacksnerv.

Das neunte Paar, der Zungenschlundkopfnerv oder Geschmacksnerv ist ein gemischter Nerv. Er sendet sowohl Bewegungsnerven zu den Muskeln des Schlundkopfs, als auch Empfindungsfasern zum Rachen, zur Zungenwurzel und zum Kehldeckel. Vor allem aber vermitteln seine am Zungengrund endenden Fasern die Geschmacksempfindung.

Lungen-Magennerv.

Das zehnte Hirnnervenpaar, der herumschweifende oder Lungen-Magennerv besitzt eine besondere Wichtigkeit wegen seiner Beziehungen zur Lebenstätigkeit des Herzens, der Atmungs- und Verdauungsorgane. Durch einen im Hinterhauptsbein seitlich des großen Hinterhauptslochs gelegenen Kanal gelangt er in die Halsgegend, geht vielfache Verbindungen mit anderen Nerven, insbesondere auch mit Zweigen des sympathischen Nervengeflechts ein, schickt Bewegungsnerven zu den Muskeln des Kehlkopfs und weiterhin Fasern zu den Luftröhren, zum Herzen, sowie zum Magen. Die Empfindungsfasern des herumschweifenden Nerven vermitteln das Gefühl von Hunger, Durst und Sättigung, das Atembedürfnis, das Gefühl der Beklemmung, den Hustenkitzel usw. Auf den Herzschlag wirkt der Lungen-Magennerv regulierend ein.

Durchtrennung des zehnten Hirnnerven beiderseits wirkt unbedingt tödlich.

Das elfte sowie das zwölfte Hirnnervenpaar, letzteres der Zungenbewegungsnerv, sind reine Bewegungsnerven.

§ 237. Die Rückenmarksnerven.

Rückenmarksnerven.

Vom Rückenmark gehen 31 Paar Rückenmarksnerven, nach Verlauf und Verteilung symmetrisch angeordnet, hervor. Nach den Rückenmarksgegenden, in denen diese Nerven austreten, unterscheidet man folgende Nervenpaare:

8 Halsnerven,
12 Brustnerven,
5 Lendennerven,
5 Kreuzbeinnerven und
1 Steißbeinnerv.

Wurzeln der Rückenmarksnerven.

Ein jeder Rückenmarksnerv entspringt aus den Seitenfurchen des Rückenmarks mit zwei Wurzeln: einer vorderen, nur aus Bewegungsfasern bestehend (aus dem Vorderhorn des Marks austretend) und einer hinteren, nur aus Empfindungsfasern bestehend (aus dem Hinterhorn des Rückenmarks). Beide Wurzeln,

von denen die hintere die stärkere ist, bestehen aus platten Faserbündeln, welche sich bereits im Zwischenwirbelloch, nachdem die hintere Wurzel einen Nervenknoten gebildet, zu einem einfachen rundlichen Nerven, dem Rückenmarksnerven vereinen. Alle Rückenmarksnerven sind also gemischte Nerven, d. h. sie führen sowohl Bewegungs- wie Empfindungsfasern nebeneinander.

Jeder Rückenmarksnerv zerfällt nach seinem Durchtritt durch das Zwischenwirbelloch in einen vorderen und hinteren Zweig. Die hinteren, bedeutend schwächeren Zweige gehen zwischen den Querfortsätzen der Wirbel zu den langen Muskeln der Wirbelsäule, sowie zur Haut des Nackens und des Rückens.

Geflechte der Rückenmarksnerven.

Die vorderen Zweige, welche die Seitenteile und die Vorderwand des Rumpfes, sowie die Gliedmaßen mit Nerven versorgen, bilden miteinander Nervengeflechte, aus welchen dann erst die eigentlichen Nervenstämme hervorgehen, die zum großen Teil neben den Blutgefäßen verlaufen. So unterscheiden wir ein Nackengeflecht, ein Armgeflecht, ein Lendengeflecht, ein Kreuzbeingeflecht. Da das Rückenmark in der Gegend des ersten Lendenwirbels sein Ende findet, so wird der Rückgratskanal, soweit er innerhalb der unteren Lendenwirbel, des Kreuzbeins und des Steißbeins liegt, nur von den nach abwärts strebenden Lenden- und Kreuznerven eingenommen, die hier mit ihren Strängen den sogenannten Pferdeschweif bilden.

Diejenigen Rückenmarksnerven, welche zu den Gliedmaßen gehen, sind weitaus die stärksten. Es sind dies die unteren Halsnerven oder das Armgeflecht für die Arme, die Lenden und Kreuzbeinnerven für die Beine. Der stärkste Nerv des Körpers ist der dem Kreuzbeingeflecht entstammende Hüft- oder Sitzbeinnerv (Nervus ischiadicus), welcher aus der Tiefe des Gefäßes vortretend, an der Hinterseite des Schenkels zur Kniekehle und weiter hinab bis zum Fuße zieht. Es ist dieser Nerv, welcher bei dem als Ischias bekannten Leiden der Sitz sehr heftiger Schmerzen ist.

Das sympathische Nervengeflecht.

§ 238. Das sympathische Nervengeflecht.

Das sympathische Nervengeflecht oder das vegetative Nervensystem besteht aus Nervenzellen und Nervenfasern, welche in allen Organen des vegetativen Lebens, d. h. in den Organen der Verdauung und Ernährung, der Absonderung, in den Geschlechtsorganen, im Herzen und in den Blutgefäßen, kurz überall dort sich verbreiten, wo unwillkürliche Lebensvorgänge stattfinden und wo organische oder glatte Muskeln vorhanden sind.

Das sympathische Nervengeflecht steht allenthalben in Verbindung mit den dem Gehirn und Rückenmark entstammenden Nerven. Durch diese Verbindungen kommt der Einfluß namentlich reflektorischer Vorgänge auch auf die glatte unwillkürliche Muskulatur zustande wie Gefäßerweiterung und Gefäßverengung u. dergl.

Der Hauptstrang des sympathischen Geflechtes, welcher auch kurzweg als der sympathische Nerv bezeichnet wird, liegt rechts und links von der Wirbelsäule, und besteht aus zahlreichen vom oberen Teil der Halswirbelsäule bis hinab zum Steißbein gelegenen und durch Stränge von Nervenfasern verbundenen Nervenknoten (Ganglien). Von diesem Hauptstrang gehen die Verbindungen zu allen Rückenmarks- und einigen Hirnnerven aus, und weiterhin die zahlreichen feinen Äste, welche, namentlich die Blutgefäße auf ihrem ganzen Verlauf geflechtartig umspinnend, zu allen Organen des Körpers hinführen.

§ 239. Der Geruchsinn.

Der Geruchsinn.

Vermittler des Geruchsinnes ist der erste Hirnnerv, der Riechnerv. Er breitet sich in den oberen Teilen der Nasenhöhle aus, und zwar in der Schleimhaut, welche die obere und mittlere Nasenmuschel, sowie den entsprechenden Abschnitt der Nasenscheidewand überzieht. Seine letzten Enden enden hier in den langgestreckten sogenannten Riechzellen, welche mit feinen haarförmigen Fortsätzen über die Fläche der feuchten Schleimhaut hinausragen und so direkt mit den zu riechenden Stoffen in Berührung treten können (s. Fig. 368).

Diese Berührung wird vermittelt durch den Luftstrom, der bei der Einatmung die Wände der Nasenhöhle bestreicht, weshalb wir dann, wenn wir einen in der Luft enthaltenen Geruch genauer prüfen und erkennen wollen, eine Reihe kurzer Einatmungen machen: Schnüffeln oder Schnuppern. Die Wahrnehmung von Gerüchen, welche uns durch den Wind zugetragen werden, nennen wir „Wittern".

Riechstoffe.

Manche Stoffe erregen schon in unglaublichen Verdünnungen, wo auch die besten und feinsten chemischen Reaktionen im Stich lassen, unsere Geruchsnerven. So riecht man noch $^1/_{30\,000}$ Milligramm Brom, $^1/_{50\,000}$ Milligramm Schwefelwasserstoff, die in einem Kubikzentimeter Luft enthalten sind, von anderen chemischen Stoffen sogar noch geringere Mengen. Die Urteile verschiedener Menschen über das Angenehme und Unangenehme eines Geruchs sind sehr verschieden. Dabei spielt auch die Menge, in der ein flüchtiger Riechstoff in der Einatmungsluft enthalten ist, eine Rolle. Der köstliche Duft einer Hyazinthe wird zu einem stechenden und betäubenden, wenn zahlreiche Hyazinthen lange in einem geschlossenen Zimmer stehen; der in außerordentlicher Verdünnung im Wein vorhandene Önanthäther, welcher dem Wein sein eigentümliches schönes Bukett mit verleiht, ist derselbe Stoff, der auch den hervorstechenden Gestank eines Ziegenstalls mit verschuldet; das Kumarin, welches den durchaus nicht jedem angenehmen starken Geruch des frischgemähten Heus verursacht, gibt in ganz geringen Mengen der Maibowle ihr köstliches Aroma.

Fig. 368. Endigung von Riechnerven in der Nasenschleimhaut. r r Riechzellen, dazwischen Stützzellen, zwischen deren zylindrischen Enden die Fortsätze der Riechzellen an der Oberfläche der Schleimhaut münden. — Vergrößerung 500.

Abstumpfung des Geruchs.

Bei stärkeren andauernden Geruchseinwirkungen ermüdet der Riechnerv bald und stumpft sich gegen den Eindruck der stetig in der Atemluft vorhandenen Riechstoffe ab. Für Leute, die in schlecht riechender Luft arbeiten müssen, wie Kanalarbeiter, Arbeiter in chemischen Fabriken, Gerber, Leimsieder u. dergl. ist dies eine Wohltat. Andererseits hat solche Abstumpfung auch ihre bedenkliche Seite für die Insassen überfüllter fest geschlossener Schulzimmer, Wirtszimmer oder Schlafzimmer. Erst der aus freier frischer Luft Eintretende wird da mit Ekel gewahr, in welcher Schmutz- und Stinkluft sich Menschen anscheinend ganz wohl befinden können.

§ 240. Das Auge. (Fig. 369.)

Das Auge.

Bei der Betrachtung des Auges oder des Sehorgans unterscheiden wir das eigentliche Auge oder den Augapfel, und die umgebenden Teile, welche zur Befestigung, zur Bewegung, zum Schutze usw. des Augapfels dienen.

Augapfel und Netzhaut.

Der Seh- oder Augennerv mündet innerhalb der knöchernen Augenhöhle in dem fast kugelig gestalteten Augapfel, und breitet sich in dessen Innern, im Augenhintergrund, schalenförmig als eine zarte durchscheinende Haut, die Netzhaut, aus. Die Netzhaut ist die Trägerin der eigentlichen lichtempfindenden Nervenelemente des Auges. Im übrigen stellt der Augapfel einen von starken und ernährenden Hüllen umgebenen optischen Apparat dar, der nach Art einer photographischen Dunkelkammer gebaut, ein verkleinertes umgekehrtes Bild der Außenwelt auf die Netzhaut wirft.

Fig. 369. Durchschnitt des Auges und der Augenhöhle.

Fettgewebe der Augenhöhle.

Der Augapfel füllt die Augenhöhle nur zum kleinen Teile aus. Er ist vielmehr eingebettet in ein weiches und lockeres Polster von Fettgewebe, und in dieser Umhüllung vollkommen beweglich, gleich wie ein kugeliger Gelenkkopf in seiner Pfanne. Sechs kleine, ebenfalls in der Augenhöhle belegene Muskeln, die Augenmuskeln, dienen dazu, den Augapfel zu drehen, während ein siebenter Muskel zum Heben des oberen Augenlids bestimmt ist.

Augenmuskeln.

Augenmuskeln.

Die sechs Augenmuskeln sind zu Paaren derart angeordnet, daß immer je zwei davon gegenüberliegen und gegensinnig wirken. Das eine Paar zieht den Augapfel entweder nach oben oder nach unten; das zweite Paar nach einwärts oder nach auswärts; das dritte dreht ihn kreisförmig nach innen oder nach außen. So wird auf einfachste Weise allseitige Bewegungsmöglichkeit des Auges, so daß es auf jeden Punkt des äußeren Gesichtskreises gerichtet werden kann, erreicht.

Hat bei diesen Muskelpaaren ein Muskel das Übergewicht über seinen Antagonisten (z. B. wenn letzterer gelähmt ist), so tritt die als Schielen bezeichnete Abweichung der geraden Blickrichtung ein.

Augenlider und Augenbrauen.

§ 241. Augenlider und Augenbrauen.

Die Augenlider sind zwei bewegliche Deckel, welche wie Klappen bis zum vollkommenen Schluß der Lidspalte vor das Auge gezogen werden können. Die Lider

erhalten ihre Festigkeit durch zwei eingelagerte halbmondförmige Knorpelstückchen, die **Lidknorpel**. Die Lidknorpel sind beim Menschen am stärksten entwickelt. Daher ist nicht nur beim menschlichen Auge das Weiße im Auge am größten, und verleiht dadurch dem Menschenauge seine besondere Schönheit und Ausdrucksfähigkeit, sondern der Mensch hat dadurch auch vor den Tieren das voraus, daß er seine Augen in größerem Bogen horizontal bewegen und einen größeren Gesichtskreis bei unveränderter Stellung des Kopfes zu umfassen vermag.

Lidknorpel.

Die **Haut über den Augenlidern** ist sehr dünn und entbehrt jeglichen Fettpolsters. Daher stellt sich bei Entzündungen in der Augengegend oder deren Nachbarschaft, bei der Gesichtsrose usw. leicht starke Geschwulst der Augenlider ein, die sie unförmig aufgetrieben macht, so daß die Augenlidspalte fast ganz verschlossen wird. Ebenso verbreiten sich hier leicht Blutergüsse unter der Haut schon nach geringfügigeren Verletzungen (Schlag, Stoß, Fall u. dergl.) und bringen das bekannte „blaue Auge" zuwege.

Haut der Augenlider.

Die Zartheit der Haut um die Augenlidspalte macht, daß gerade hier, als eine der ersten Alterserscheinungen im Gesicht, sich leicht zahlreiche Furchen und Fältchen eingraben. Ebenso bleibt im höheren Alter die Haut am unteren Augenlid leicht gedunsen, so daß sie jederseits wie ein bläulicher Beutel herabhängt, durch eine tiefe Furche von der Wange abgegrenzt.

Der freie Rand der Lider ist besetzt mit den **Augenwimpern**, bestehend aus kleinen festen Härchen. Sie sind am oberen Augenlid etwas länger und leicht aufwärts gekrümmt, am unteren Augenlid nach abwärts. Die Spitzen der Wimperhärchen sehen nach vorne. Die Wimpern schützen das Auge vor dem Eindringen kleiner Fremdkörper und Insekten.

Augenwimpern.

An der Innenseite der Lidknorpel befinden sich die sogenannten **Meibomschen Drüsen**, zierlich traubenförmig gestaltet. Sie münden am freien Rand der Augenlider und sondern einen Talg, die **Augenbutter**, ab, welcher den Lidrand beölt, um das Überfließen der Tränen zu verhüten. Entzündungen in diesen Talgdrüsen sind häufig und als „Gerstenkorn" bekannt.

Meibomsche Drüsen.

Die **Augenbrauen** bilden in der Gegend des oberen Randes der Augenhöhle, indes nicht mit diesem Rand genau gleichsinnig verlaufend, eine bogenförmige mehr oder weniger geschwungene Linie von dicht zusammenstehenden kurzen festen Härchen, deren Spitzen meist seitwärts sehen. Die Augenbrauenbogen sind ein besonderer Schmuck des Antlitzes – daher bei eitlen Frauen und Männern die Farbe auch das vervollständigen muß, was die Natur zu kärglich gespendet hat. Halbkreisförmig geschwungene Augenbrauen, wie sie Raffaels Madonnen zeigen, sind ein Zeichen der Sanftmut; dichte buschige Brauen, nach der Nasenwurzel zu abwärts gebogen, so daß das Auge aus ihrem Schatten mit verhaltener Kraft drohend hervorblitzt, sind ein charakteristisches Merkmal tiefinnerlicher Leidenschaft und machtvollen niederwerfenden Willens. Mit solchen Brauen „winkte" der olympische Zeus, so daß Himmel und Erde erbebten, und solche olympische Brauen trugen wesentlich bei, dem machtvollen Kopf Bismarcks sein Gepräge zu geben. –

Augenbrauen.

In seltenen Fällen sind die Augenbrauen der rechten und linken Seite über der Nasenwurzel miteinander verschmolzen. Solche zusammengewachsenen Augenbrauen verursachen schon ihrer Seltenheit wegen den Eindruck des Unheimlichen, während sie andererseits als bezeichnend für Härte des Charakters gedeutet werden.

Bindehaut des Auges.

§ 242. Die Bindehaut des Auges.

Die hintere Fläche der Augenlider ist überzogen von einer blutgefäßreichen und daher rötlich gefärbten Schleimhaut, der Bindehaut des Auges. Sie schlägt sich in der Tiefe auf den Augapfel um, und überzieht den ganzen vorderen Teil des Augapfels bis zur durchsichtigen Hornhaut hin. Die Bindehaut des Augapfels selbst ist indes arm an Blutgefäßen: nur einzelne kleine sichtbare Äderchen erstrecken sich von den Augenwinkeln zur Hornhaut hin.

Die Bindehaut des Auges ist der Sitz zahlreicher Erkrankungen, meist ansteckender Art. Die sogenannte ägyptische Augenkrankheit ist unter diesen besonders gefürchtet.

Am inneren Augenwinkel bildet die Bindehaut eine kleine senkrecht gestellte halbmondförmige Falte, entwickelungsgeschichtlich ein Überbleibsel der Nickhaut zahlreicher Tiere. Hier liegt auch eine Gruppe von Talgdrüsen, deren Absonderung zusammen mit dem Schleim der Bindehaut sich nachts zu einem kleinen bröckligen Klümpchen am inneren Augenwinkel verhärtet, dem sogenannten „Sandmann".

Die Tränenorgane.

§ 243. Die Tränenorgane.

Die Tränenorgane bestehen aus den Tränendrüsen und deren Ableitungswegen zur Nasenhöhle. Die Tränendrüse liegt über dem äußeren Augenwinkel in einer Grube hinter dem knöchernen Rand der Augenhöhle. Ihre Ausführungsgänge münden in der Bindehaut über dem äußeren Augenwinkel. Die Tränenflüssigkeit wird von hier durch die Bewegungen der Lider über die Vorderfläche des Augapfels ausgebreitet und gegen den inneren Augenwinkel gedrängt, wo sie sich in der dort befindlichen kleinen dreieckigen Bucht, dem Tränensee sammelt. Nur bei starkem Tränenerguß fließen die Tränen hier über und strömen — beim Weinen — das Gesicht entlang. Für gewöhnlich wird die Tränenflüssigkeit am inneren Augenwinkel durch die Tränenkanälchen aufgesaugt. Diese nehmen ihren Anfang mit punktförmiger Öffnung im oberen wie im unteren Augenlid, den Tränenpunkten. Die Tränenkanälchen leiten die Tränenflüssigkeit weiter zum Tränensack und von da durch den Tränennasengang zur Nasenhöhle.

(Marginalien: Tränendrüse. — Tränenkanälchen.)

Tränenflüssigkeit.

Die Tränenflüssigkeit ist ziemlich stark salzhaltig, schmeckt daher salzig und reizt bei stärkerem Überströmen von Tränen die Ränder der Lider, so daß diese gerötet erscheinen (rot verweinte Augen). Bei manchen erregbaren Menschen erscheint nach Gemütsbewegungen, die bis zum Vergießen von Tränen führen, auch an den Wangen über den Jochbeinen eine bis apfelgroße lebhafte Rötung der Haut. Sehr schön hat dies Rubens bei mehreren seiner Frauenköpfe (z. B. der heiligen Cäcilie des Berliner Museums) dargestellt.

Der Augapfel und seine Häute.

§ 244. Der Augapfel und seine Häute. (Fig. 370.)

Der Augapfel ist ein Sehwerkzeug von größter Vollkommenheit. Seine Gestalt ist nahezu kugelig; an der Vorderseite ist indes noch ein Kugelabschnitt, die Hornhaut, wie ein Uhrglas aufgesetzt. Der Augapfel besteht aus einer Reihe von konzentrisch ineinander geschachtelten Häuten, welche sich wie die Schalen einer Zwiebel ablösen lassen. Das Innere, der Kern des Auges ist mit durchsichtigem Inhalt gefüllt.

Der Augapfel liegt nicht ganz in der Mitte der Augenhöhle, sondern etwas mehr nach innen. Er tritt bei den verschiedenen Menschen verschieden vor. Ist z. B. durch schlechten Ernährungszustand oder auszehrende Krankheit der Fettgehalt der Augenhöhle sehr gering, so liegen die Augen sehr tief, sind eingesunken („hohle Augen"). Stehen sie stärker vor, und ist die Lidspalte für gewöhnlich sehr weit offen, so spricht man von „großen" Augen, in hochgradigen Fällen auch von „Glotzaugen". Vorstehende Augen durch Verlängerung der Längsachse des Auges finden sich auch bei stark Kurzsichtigen; jedoch ist dabei die Lidspalte fast stets verengert, was dem Kurzsichtigen nach abgelegter Brille ein bezeichnendes Aussehen verleiht.

Fig. 370. Horizontaldurchschnitt durch den Augapfel.

Die Häute des Augapfels sind folgende:

1. Die weiße oder harte Haut. Blutarm, und weiß bis bläulichweiß gefärbt, (nur bei Entzündungen von rötlichem Aussehen), umschließt sie als feste äußere Hülle den Augapfel. Sie weist zwei kreisrunde Öffnungen auf: eine hintere kleinere für den Eintritt des Sehnerven in den Augapfel, und eine vordere größere für die aufgesetzte Hornhaut. Über den Rand der letzteren schiebt sich die weiße Haut rundum etwas vor, und umfaßt sie wie den Rand eines Uhrglases.

Weiße oder harte Augenhaut.

2. Die Hornhaut. Die Hornhaut ist blutgefäßlos, vollkommen durchsichtig und klar und hat eine glatte Oberfläche, die dem Auge seinen spiegelnden Glanz verleiht. Das starke Glanzlicht der Hornhaut gibt dem Auge den Ausdruck der Lebendigkeit. Das Auge der Leiche, selbst schon das des Schwerkranken, hat nur einen matten wächsernen Glanz. Im Binnenraum mit einfallendem Licht spiegelt die Hornhaut genau die Gestalt der Lichtquelle wieder. Berühmt ist das Dürersche Bildnis des Hieronymus Holzschuher im Museum zu Berlin, auf dessen Hornhaut sich deutlich das viereckige Fenster mit seinem Fensterkreuz abspiegelt.

Hornhaut.

Im Alter beginnt sich die Hornhaut an ihrer Peripherie zu trüben, so daß rundum am Hornhautrande ein getrübter weißlicher Ring entsteht, der Greisenbogen.

Aderhaut.

3. Die **Aderhaut** überzieht die Innenfläche der weißen Augenhaut. Sie ist ungemein blutgefäßreich, und außerdem durch eine Schicht von farbstoffhaltigen (Pigment-) Zellen ausgezeichnet, welche dichtgedrängte schwarze Farbstoffkörnchen enthalten, und die Aderhaut schwärzlich färben. Diese Schicht, welche auch als „schwarze Tapete" des Auges bezeichnet wird, dient wie die Schwärzung der Innenfläche bei allen optischen Instrumenten, der Aufsaugung falschen ins Auge dringenden Lichtes.

Regenbogenhaut.

4. Die Aderhaut geht nach vorn über in die **Regenbogenhaut**, welche hinter der Hornhaut eine freistehende Platte bildet. Die Regenbogenhaut ist in der Mitte durch das runde **Sehloch** oder die **Pupille** unterbrochen. Sie dient zur Abblendung der Randstrahlen, und läßt nur durch die Pupille Lichtstrahlen ins Auge fallen. Da diese Abblendung bei sehr starkem einfallenden Lichte besonders notwendig ist, so hat die Regenbogenhaut die Fähigkeit, die Pupille bei starkem Licht zu verengern, bei schwachem Licht zu erweitern. Durch Einträuflung eines Stoffes ins Auge, welcher die Muskelfasern der Regenbogenhaut lähmt (Atropin), vermag man die Pupille, z. B. zum Zweck der Untersuchung des Augeninnern, künstlich zu erweitern.

Die Regenbogenhaut, in ihrer vorderen Fläche durch die Hornhaut hindurch vollkommen sichtbar, ist durch eingelagerten Farbstoff schwächer und lebhafter gefärbt von lichtem Grau bis zu dunklerem Blau, und von Graugrünlich bis zu hellerem Braun, Tiefbraun und Schwarzbraun. Im allgemeinen ist der Farbstoff der Regenbogenhaut ein hellerer, wenn auch Haut und Haare keinen stärkeren Farbstoff besitzen, so daß weiße Haut, blonde oder rötliche Haare und blaue Augen zum blonden Typus, getönte Haut, dunkle Haare und braune bis schwarze Augen zum brünetten Typus gehören. Dazwischen liegen allerdings zahlreiche Übergänge. Blaue Augen bei schwarzem Haar, oder dunkelbraune Augen bei hellblondem Haar sind indes seltenere Abweichungen, werden aber deshalb oft als ganz besondere Schönheit gepriesen. Wer denkt dabei nicht an die blondhaarigen dunkeläugigen Frauenbildnisse Tizians und des älteren Palma? Auch Ariost verleiht in seinen berühmten Stanzen der bezaubernden Alcina goldblondes Haar und — schwarze Augenbrauen und schwarze Augen.

Bei den Kakerlaken oder Albinos, denen krankhafterweise der Farbstoff der Haut und der Haare fehlt, hat auch das Auge keinen Farbstoff, und die Regenbogenhaut ist vermöge ihres Gehalts an Blutgefäßen lebhaft rot, genau wie bei tierischen Kakerlaken, von denen weiße Kaninchen und weiße Mäuse mit ihren roten Augen besonders häufig und bekannt sind. —

Ciliar- oder Akkommodationsmuskel.

An der Übergangsstelle von der Aderhaut zur Regenbogenhaut befindet sich eine kreisförmig angeordnete Schicht organischer Muskeln: der **Ciliar- oder Akkommodationsmuskel**. Er vermag durch seine Zusammenziehung die Linse stärker zu wölben (s. u.) und dadurch das Auge zum Sehen in die Nähe wie in die Ferne verschieden einzustellen.

Netzhaut.

5. Die **Netzhaut** liegt über der Innenfläche der Aderhaut, und stellt die Endausbreitung des Sehnerven dar, welcher als Markhügel etwas nach innen von der Längsachse des Auges in den Augenhintergrund eintritt, und sich becherförmig zur zarten durchsichtigen Netzhaut entfaltet. Die Netzhaut enthält die eigentlichen lichtempfindenden Elemente des Auges. Nur die runde Eintrittsstelle des Sehnerven selbst entbehrt deren, und heißt deshalb der **blinde Fleck**. Beim Sehen mit beiden Augen, wird der Ausfall, den der blinde Fleck im Netzhautbild des einen Auges verursacht, durch das andere gedeckt. Schließen wir aber z. B. das rechte Auge, und fixieren mit dem linken Auge in Fig. 371 das Kreuzchen (aus der Entfernung, aus der wir zu lesen pflegen), so verschwindet vollständig die weiße Kreisfläche links, weil sie auf dem blinden Fleck im linken Auge fällt. Schließen wir das linke Auge

und fixieren mit dem rechten die weiße Kreisfläche, so verschwindet das weiße Kreuzchen rechts, weil es auf dem blinden Fleck im rechten Auge fällt.

Bau der Netzhaut.

Die zarte Netzhaut stellt in bezug auf ihren feineren Bau eins der größten Wunder des Körpers dar. Sie besteht aus nervösen Elementen, Nervenzellen und feinsten Nervenfasern. Letztere münden schließlich in die letzten Endigungen der Sehnerven, die Stäbchen und Zapfen (Fig. 372). Diese feinen nervösen Bestandteile der Netzhaut finden Halt und Stütze an einem zarten, die Netzhaut durchsetzenden Bindegewebe, welches zugleich Träger der ernährenden Blutgefäße der Netzhaut ist. Die Nervenbestandteile der Netzhaut sind in einer Reihe von Schichten angeordnet, und zwar derart, daß auf eine zarte Begrenzungshaut gegen den Glaskörper hin erst die Fasern des Sehnerven sich finden, welche weiterhin zu den verschiedenen Schichten von größeren wie kleineren Nervenzellen, sowie von Nervenfasern führen, um schließlich in den längeren schmalen Stäbchen und den etwas kürzeren und gedrungeneren Zapfen zu enden. Stäbchen und Zapfen endlich ragen mit ihren Enden in die oben erwähnte farbstoffhaltige Schicht der Aderhaut hinein. Man hat die Zahl der Stäbchen in der Netzhaut auf 130 Millionen, die der Zapfen auf 7 Millionen berechnet. Den Zapfen schreibt man eine feinere Lichtempfindlichkeit als den Stäbchen zu, insbesondere auch die Farbenwahrnehmung. Stäbchen und Zapfen stehen dichtgedrängt nebeneinander, mit ihrer Achse gegen die Kugelfläche der Netzhaut gerichtet. Ihre Verteilung auf dem größten Teil der Netzhautfläche ist so, daß bei einem Querschnitt der Netzhaut meist auf vier Stäbchen ein Zapfen folgt. Anders aber im „gelben Fleck". Wir verstehen darunter eine kreisförmige, in der Mitte etwas vertiefte (daher auch der Name „Zentralgrube"), nach außen von dem Eintritt des Sehnerven gelegene Stelle der Netzhaut, welche durch das Vorhandensein eines — nicht körnigen, daher die vollkommene Durchsichtigkeit nicht beeinträchtigenden — gelben Farbstoffes, sowie vor allem dadurch ausgezeichnet ist, daß sich hier nur Zapfen befinden. Hier ist der Ort des deutlichsten

Fig. 371. Figur zum Nachweis des blinden Flecks im Auge.

Stäbchen und Zapfen der Netzhaut.

Gelber Fleck der Netzhaut.

Fig. 372. Durchschnitt durch die menschliche Netzhaut. sn Schicht der Sehnervenfasern, welche zunächst zu größeren, dann zu kleineren Nervenzellen gehen. stz Schicht der Stäbchen und Zapfen. ps Pigmentschicht. — Vergrößerung 500.

direkten Sehens. Wenn wir unsere Augen scharf auf einen Gegenstand richten, um ihn zu fixieren, um ihn möglichst genau, mit allen Einzelheiten zu sehen, so richten wir die Augen so, daß das Bildchen des betreffenden Gegenstandes auf die Stelle des gelben Fleckes fällt, und wenden unsere Aufmerksamkeit vorzugsweise diesem Teil des Netzhautbildes zu. In den anderen Teilen der Netzhaut und zwar nach den seitlichen Netzhautpartien immer mehr abnehmend, ist die Sehempfindlichkeit eine geringere. —

Fixieren eines Gegenstandes.

Wenn wir etwa an einem frühen Morgen hinaustreten in die taufrische Landschaft, so gibt das auf die Netzhaut fallende Bild einen künstlerischen Gesamteindruck der Farben und Formen des Himmels, der Berge, der Bäume und Sträucher usw. — ohne daß uns zahlreiche Einzelheiten zum Bewußtsein kommen. Erst wenn wir den einzelnen Baum, das einzelne Gebäude, den einzelnen Berg usw. nacheinander fixieren, d. h. sein Bild auf den gelben Fleck im Augenhintergrund fallen lassen, und wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf diesen Teil des Netzhautbildes besonders richten, gewahren wir noch eine Fülle von Einzelheiten, die uns erst nicht zum Bewußtsein kamen. Indem wir prüfend — etwa zur zeichnerischen Wiedergabe — den einzelnen Baum mustern, löst sich der Eindruck seiner Laubmasse auf in die Einzelformen seiner Blätter, Zweige und Früchte. Was dabei das prüfende Auge an Erkenntnis der Einzelheiten gewinnt, geht aber am künstlerischen Gesamteindruck der Landschaft, ihrer Farben und ihrer Stimmung für den Augenblick verloren. Aus diesem Grunde hat eine neuzeitliche Richtung der Malerei, die „impressionistische" Schule, in dem Bestreben, die volle Frische des ersten Eindrucks im Bilde wiederzugeben, jedes nähere Eingehen auf die feinst wahrnehmbaren Einzelheiten des darzustellenden Ausschnitts der Natur verschmäht, und sucht möglichst durch breite Tönungen, Licht- und Schattenmassen eine geschlossene Gesamtwirkung zu erzielen.

Gesamteindruck und Detailsehen.

Künstlerischer Eindruck und seine malerische Wiedergabe.

§ 245. Der Kern oder die lichtbrechenden Mittel des Augapfels.

Der Kern oder die lichtbrechenden Mittel des Augapfels.

Der Kern des Auges ist vollkommen durchsichtig und besteht aus folgenden lichtbrechenden Mitteln: erstens der wässerigen Augenflüssigkeit, zweitens der Kristalllinse, und drittens dem Glaskörper.

Wässerige Augenflüssigkeit.

Die wässerige Augenflüssigkeit bildet den Inhalt der vorderen Augenkammer, welche zwischen Hornhaut und Vorderfläche der Regenbogenhaut der Linse belegen ist. Ebenso befindet sich solche Flüssigkeit in dem kleinen Raum hinter der Regenbogenhaut und der vorderen Linsenkapsel, der hinteren Augenkammer.

Kristallinse.

Die Kristallinse, dicht hinter der Pupille gelegen, hat die Form einer doppelt konvexen Linse, wie solche aus Glas bei den verschiedensten optischen Instrumenten verwendet wird. Sie besteht aus einer elastischen Masse, und ist überzogen von der Linsenkapsel. Durch den Zug des Ciliar- oder Akkommodationsmuskels an der Linsenkapsel kann die elastische Linse sich stärker wölben und ihre Krümmung so verändern, daß die in das Auge eintretenden Lichtstrahlen stärker gebrochen werden. Wir kommen auf diesen Vorgang, der es dem Auge ermöglicht, sich dem Sehen in die Nähe wie in die Ferne besonders anzupassen, noch zurück.

Krankhafte Veränderungen der Linse und der Linsenkapsel vermögen deren vollkommen durchsichtige Beschaffenheit zu beeinträchtigen, und Trübungen der Linse hervorzurufen. Diese Erkrankung des Auges wird als grauer Star bezeichnet und führt in höheren Graden zu vollkommener Erblindung. Sind die übrigen Teile des Auges, wie meist der Fall, dabei gesund geblieben, so vermag Entfernung der kranken Linse durch den Starstich die Sehfähigkeit, wenn auch nicht vollkommen, wieder her-

Grauer Star.

zustellen. Die Wirkung der nun fehlenden Linse muß dabei durch eine Brille mit stark konvexem Glas, die Starbrille, ersetzt werden. —

Glaskörper.

Der Glaskörper füllt die ganze Höhlung hinter der Linse bis zur Netzhaut aus, und besteht aus einer wasserhellen durchsichtigen gallertähnlichen Masse.

§ 246. Akkommodation des Auges.

Akkommodation oder Anpassungsvermögen.

Ein Gegenstand wird gesehen, wenn sich auf der lichtempfindenden Netzhaut ein deutliches verkleinertes Bild davon bildet — ähnlich wie das gut eingestellte Bildchen auf der Tafel eines photographischen Apparats. Ein solches Bild kommt zustande, wenn die Lichtstrahlen, welche von jedem einzelnen Punkte der Oberfläche eines Gegenstandes ausgehen, derart im Augeninnern gebrochen werden, daß sie sich auf der Netzhaut vereinen. Das so entstehende Netzhautbildchen ist umgekehrt — indes durch einen seelischen Akt werden die Erregungen eines jeden Punktes der Netzhaut derart zurückverlegt, daß alle Punkte in einer vor dem Auge schwebenden Fläche zu liegen scheinen, welche das Gesichtsfeld genannt wird. Bei dieser Zurückverlegung nach außen wird das Netzhautbildchen wieder umgekehrt, d. h. es erscheint aufrecht.

Fig. 373. Normalsichtiges Auge in Ruhe. Die parallelen Strahlen f vereinigen sich auf der Netzhaut in f_1, die von dem Nahepunkt n ausgehenden Strahlen aber erst in n_1 hinter der Netzhaut, während sie auf der Netzhaut einen „Zerstreuungskreis" bilden, d. h. kein deutliches Bild erzeugen.

Fig. 374. Normalsichtiges Auge, durch stärkere Wölbung der Linse (mittels Schraffierung kenntlich gemacht) auf Naharbeit eingestellt. Die von dem Nahepunkt n ausgehenden Strahlen vereinigen sich nunmehr auf der Netzhaut in n_1.

Da die lichtempfindliche Fläche der Netzhaut mosaikartig aus den Enden der Zapfen und Stäbchen zusammengesetzt ist, und ein Netzhautbildchen als eine Mosaik unzähliger Lichtpunkte des gesehenen Gegenstandes dem Sehnerven übermittelt wird, so bestimmen Zahl und Dichtigkeit der Stäbchen und Zapfen der Netzhaut das äußerste Maß der Sehschärfe.

Einstellung des Auges auf nahe oder ferne Gegenstände.

Nun kommt aber ein scharfes Netzhautbild eines Gegenstandes nicht in derselben Weise zustande, gleichviel ob der Gegenstand sich ferne oder nahe vom Auge befindet. Vielmehr muß das Auge je nach der Entfernung der Gegenstände, welche deutlich gesehen werden sollen, verschieden eingestellt werden. Wir nennen diesen Vorgang die Akkommodation des Auges. Sie ermöglicht sich dadurch, daß die Linse ein verschiedenes Brechungsvermögen erhält, wenn sie den Abständen der zu sehenden Gegenstände entsprechend bald weniger gewölbt, d. h. flacher, bald stärker gewölbt und dicker gemacht wird. Es ist der Ciliar- oder Akkommodationsmuskel, welcher durch seine Zusammenziehung die Linse stärker zu wölben vermag.

Akkommodationsmuskel.

Ist der Akkommodationsmuskel vollkommen in Ruhe, und die Linse ganz flach, so ist das normalsichtige Auge für die größte Ferne eingestellt. Strahlen, welche von fernsten Gegenständen, wie z. B. von Himmelskörpern (Mond) kommen, und so gut wie parallel sind, werden demnach auf der Netzhaut vereinigt — der Brennpunkt der Linse liegt dann eben genau in der Netzhaut (Fig. 373). Soll dagegen das Auge für das Sehen naher Gegenstände eingestellt werden, so wird die

Linse durch die Tätigkeit des Akkommodationsmuskels dicker, ihre Vorderfläche wird gewölbter, und ragt weiter in die vordere Augenkammer hinein (Fig. 374). Es geht daraus auch hervor, daß anhaltendes Sehen naher Gegenstände oder Naharbeit wie Lesen, Schreiben, Zeichnen usw. andauernde Tätigkeit des Akkommodationsmuskels bedingt, ihn anstrengt und schließlich auch ermüdet, während das Sehen in die Ferne für diesen Muskel erholend ist. –

Fern- und Nahepunkt.

Wir nennen den Punkt, bis wie weit ein Gegenstand vom Auge entfernt sein kann, um noch in scharfem Bilde erkannt zu werden, den Fernpunkt des Auges; den Punkt, bis wie weit der Gegenstand bei erhaltenem scharfem Bilde genähert werden kann, den Nahepunkt. Die Entfernung von Fern- und Nahepunkt eines Auges heißt dessen Akkommodationsbreite.

Akkommodationsbreite.

Normalsichtige, kurzsichtige und weitsichtige Augen.

§ 247. Normalsichtige, kurzsichtige und weitsichtige Augen.

Die normale fast kugelige Form des Auges zeigt häufig Abweichungen. Es kann erstens das Auge eine längere Form haben, so daß Linse und Netzhaut weiter voneinander entfernt sind als beim normalen Auge. In diesem Falle heißt das Auge ein kurzsichtiges oder myopisches. Es kann zweitens das Auge eine kürzere Form als die normale haben, so daß Linse und Netzhaut einander zu nahe stehen. Wir nennen ein solches Auge ein weitsichtiges oder hypermetropisches. Im Gegensatz dazu wird das normalsichtige Auge auch emmetropisches genannt.

Fragen wir uns nun, wie sich bei diesen verschiedenen Formen des Auges die Grenzen des deutlichen Sehens verhalten.

Normalsichtiges Auge.

1. Das normalsichtige (oder emmetropische) Auge. Bei diesem kommen in der Ruhe parallele Strahlen – d. h. Strahlen von Körpern aus weitester Entfernung – auf der Netzhaut zur Vereinigung und geben ein scharfes Bild. Der Fernpunkt liegt also unendlich weit.

Aus der Nähe werden bei stärkster Akkommodationsarbeit noch Strahlen vereinigt, welche aus einer Entfernung von 5 Zoll = 13,5 cm ausgehen. Näher an das normalsichtige Auge herangeführte Gegenstände werden nicht mehr deutlich gesehen.

Der Nahepunkt ist also bei 13,5 cm. Die gesamte Akkommodationsbreite ist mithin eine unendlich große.

Kurzsichtiges Auge.

2. Das kurzsichtige (myopische oder tiefgebaute) Auge. In Ruhe kann es parallele Strahlen nicht auf der Netzhaut vereinen (Fig. 375). Sie schneiden sich, weil das Auge zu lang, bereits im Glaskörper und bilden auf der Netzhaut einen Zerstreuungskreis. Erst Gegenstände, welche etwa 60 – 120 Zoll d. s. 162 – 324 cm von dem ruhenden Auge entfernt sind, können deutlich gesehen werden. Der Fernpunkt liegt mithin beim kurzsichtigen Auge abnorm nahe.

Was den Nahepunkt betrifft, so können bei sehr starker Akkommodationstätigkeit noch Gegenstände aus einem Abstande von 4 – 2 Zoll (10,8 – 5,4 cm), ja bei hochgradiger Kurzsichtigkeit aus noch geringerem Abstande deutlich gesehen werden. Der Nahepunkt liegt also ebenfalls abnorm nahe. Die gesamte Akkommodationsbreite ist eine geringe.

Um dem kurzsichtigen Auge gleichwohl das Sehen fernerer und fernster Gegenstände zu ermöglichen, setzt man vor das Auge eine Zerstreuungslinse (Konkavbrille), welche parallele Strahlen auseinanderweichend (divergent), und schwach divergente stärker divergent macht, so als ob sie aus größerer Nähe kämen (Fig. 376). Je nach dem Grade der Kurzsichtigkeit muß die Konkavbrille entsprechend hohler geschliffen sein.

Weitsichtiges Auge.

3. Das weitsichtige (hypermetropische, übersichtige oder flachgebaute) Auge. In der Ruhe vermag es nur konvergent einfallende (zusammengehende) Strahlen auf der Netzhaut zu vereinigen — d. h. nur von solchen Gegenständen deutliche Bilder zu geben, deren Strahlen erst durch eine Sammellinse zusammengehend gemacht sind; denn Körper, welche konvergente oder zusammengehende Strahlen von sich ausgehen

Fig. 375. Kurzsichtiges Auge in Ruhe. Aus f kommende parallele Strahlen schneiden sich bereits vor der Netzhaut in f_1, und geben auf der Netzhaut einen Zerstreuungskreis. Von ganz nahen Gegenständen in n ausgehende Strahlen vereinen sich dagegen in der Netzhaut in n_1, und werden deutlich gesehen.

Fig. 376. Wirkung eines Konkavglases (Zerstreuungsbrille). Aus f kommende Strahlen werden so gebrochen, daß sie aus der Nähe zu kommen scheinen.

lassen, gibt es nicht in der Natur (Fig. 377). Mithin muß ein weitsichtiges Auge selbst beim Sehen von unendlich weiten Gegenständen schon akkommodieren, falls es durch keine Sammellinse (Konvexbrille) sieht (Fig. 378). Ein eigentlicher Fernpunkt existiert also für das weitsichtige Auge nicht mehr: er liegt jenseits unendlich.

Fig. 377. Weitsichtiges Auge in Ruhe. Die parallelen Strahlen f f vereinen sich erst in f_1 hinter der Netzhaut, bilden also auf der Netzhaut einen Zerstreuungskreis. Nur die konvergenten Strahlen cc vereinen sich in c_1 auf der Netzhaut und geben ein deutliches Bild.

Fig. 378. Wirkung einer Sammellinse (Konvexbrille). Die parallelen Strahlen f f werden zu konvergenten gebrochen und in dem Brennpunkte f_1 vereinigt.

Was den Nahepunkt betrifft, so liegt er hier außergewöhnlich weit; bei stärkster Akkommodationsanstrengung können Gegenstände je nach der Hochgradigkeit des Fehlers nicht näher als aus 8 — 80 Zoll (21,6 — 216 cm) Entfernung deutlich gesehen werden. — Zum Ausgleich benutzt der Weitsichtige eine entsprechend gewölbte Konvexbrille.

Altersveränderung des Auges.

Es sei noch bemerkt, daß im Alter die Augenachse kürzer wird und daß sich die Weitsichtigkeit bei früher normalen Augen als Alterserscheinung sehr häufig, oft schon bald nach dem 40. Lebensjahre einstellt. Aus demselben Grunde können im Alter früher stark kurzsichtige Augen weniger kurzsichtig, ja normalsichtig werden.

§ 248. Die Kurzsichtigkeit in der Schule.

Kurzsichtigkeit in der Schule.

Die Zahl derer, welche während der Schulzeit kurzsichtig werden, ist eine unverhältnismäßig große, namentlich in den höheren Schulen. Die Zahl der kurzsichtigen Schüler nimmt mit den Anforderungen, welche die Schule stellt und

mit den Klassen zu. Es liegen über diese Verhältnisse zahlreiche Erhebungen vor. Nach der Zusammenstellung von H. Cohn, der auf dem Gebiet der Hygiene des Auges wie kein zweiter tätig war, werden in Deutschland durchschnittlich gezählt:

Am Gymnasium . . . . 42,5% Kurzsichtige,
an der Realschule . . . . 30,0% „
an der höheren Töchterschule . . . 10,0% „

Diese verteilen sich auf die einzelnen Klassen wie folgt:

Klasse:	9.	8.	7.	6.	5.	4.	3.	2.	1.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Gymnasium . . .	—	—	—	22	27	33	46	52	53
Realschule	—	—	13	19	20	32	38	43	52
Höhere Töchterschule .	—	5,7	7,5	13,2	28	22,2	35	32,8	33,4

Ähnliche Ergebnisse sind auch an den Schulen anderer Länder, so in Schweden (Axel Key) und Rußland festgestellt. In England dagegen ist nicht nur die Zahl der Brillenträger unter den gelehrten Ständen wie unter den Bureauarbeitern nach der übereinstimmenden Meinung aller Beobachter eine weitaus geringere als bei uns, sondern die vorliegenden, allerdings noch recht spärlichen Ziffern weisen anscheinend auf eine erheblich kleinere Verhältniszahl von kurzsichtigen Schülern hin.

Vererbte Kurzsichtigkeit.

Untersucht man die Zahl der Kurzsichtigen genauer, so zeigt sich zunächst, daß bei einer geringen Zahl (sie wird auf noch nicht 2% der Bevölkerung geschätzt) aller Schüler und Schülerinnen Kurzsichtigkeit als ererbter Zustand schon früh vorhanden ist, stetig zunimmt, und im höheren Alter selbst zu teilweiser oder gänzlicher Erblindung führen kann. Diese Fälle scheiden für unsere Betrachtung aus.

Fernerhin ist bei der großen Zahl kurzsichtiger Schüler in mehr als der Hälfte der Fälle wenigstens eine ererbte Anlage vorhanden, welche bei unzweckmäßiger Anstrengung der Augen vor und in der Entwicklungszeit die Entstehung stärkerer Kurzsichtigkeit begünstigt. Bei dem Rest ist die Kurzsichtigkeit einfach während der Schulzeit durch Überanstrengung der Augen erworben.

Denn das Alter vor Beginn der Reife und bei beginnender Entwicklung ist dasjenige, wo Überanstrengung des Auges am ehesten zu Kurzsichtigkeit führt. Nach der Entwicklung wird das Auge weit widerstandsfähiger. Dies zeigt sich u. a. darin, daß Handwerker, welche für die Augen sehr anstrengende Naharbeit auszuführen haben, wie Uhrmacher und Goldschmiede, in ihrem Beruf kaum noch kurzsichtig werden.

Einfluß der Schularbeit.

Auch bei den Schülern ist es weniger die Naharbeit beim Lesen und Schreiben an sich, welche Kurzsichtigkeit, namentlich bei vorhandener Anlage, so leicht herbeiführt, als die begleitenden unhygienischen Verhältnisse, wie schlechtbelichtete Schulklassen, unzweckmäßige Schulbänke, fehlerhafte Haltung beim Schreiben, schlecht gedruckte Schulbücher usw. Dazu kommen noch schädigende Umstände bei der häuslichen Arbeit, wie Lesen und Schreiben bis in die Dämmerung hinein, unzweckmäßige künstliche Beleuchtung usw. In der Tat hat sich herausgestellt, daß in Schulen mit durchweg zweckmäßigen gesundheitlichen Einrichtungen auch die Ziffer der Kurzsichtigen nie eine so erschreckende Höhe annimmt, und daß hier bei bereits Kurzsichtigen geringeren Grades der Übergang zu Kurzsichtigkeit höheren Grades hintangehalten werden kann. Die in dieser Richtung zu stellenden Anforderungen, welche sich mit

früher — s. o. § 50 — bereits gestellten decken, sind: helle große Schulzimmer, gute körpergerechte Schulbänke; stete Sorge für tadellose Haltung beim Schreiben und Lesen, für richtige Heftlage und große deutliche Schrift; Benutzung nur von Schulbüchern mit großem klaren Druck; hinreichende Pausen zwischen den Schulstunden, wobei die Schüler ins Freie hinauszuführen sind; reichliche Bewegung im Freien; möglichste Beschränkung der häuslichen Schularbeiten. Dazu muß nun noch kommen: regelmäßige Untersuchung der Augen der Schüler durch einen Schularzt. Dieser hat bereits kurzsichtig gewordene Schüler zu veranlassen, eine passende Brille zu tragen. Die Brille soll nicht etwa durch den Optiker ausgesucht werden, sondern ist durch einen Augenarzt zu bestimmen. Dies um so mehr, als neben einfacher Kurzsichtigkeit zuweilen noch fehlerhafte Krümmung der Hornhaut oder der Linse (Astigmatismus) oder auch andere Erkrankungen des Auges bestehen können, welche geeignete Behandlung erfordern.

Kurzsichtigkeit und Turnen.

Was die Frage betrifft, ob Kurzsichtigkeit ein Hinderungsgrund zur Teilnahme am Turnen sei, so hat man allerdings bei höheren Graden von Kurzsichtigkeit das Turnen als schädlich bezeichnet. Indes hat Kotelmann mit Recht ausgeführt, daß Schüler mit geringer oder mittlerer Kurzsichtigkeit ganz unbeanstandet turnen können, während bei stärkeren Graden von Kurzsichtigkeit die Schüler nur von solchen Übungen, welche Blutandrang nach dem Kopfe hin bewirken, zu befreien seien. Solche Übungen würden z. B. Kraftübungen mit starker Pressung sein, also das Stemmen schwerer Hanteln, das Ringen; ferner jede Art von Sturzhang an den Geräten. — Schüler, die gewohnt sind, eine Brille für das Fernsehen zu tragen, sollen diese auch beim Turnen benutzen.

§ 249. Das Gehörorgan. (Fig. 379.)

Das Gehörorgan.

Das Gehörorgan ist mit seinen wesentlichsten Teilen im Felsenbein des Schädels belegen. Nur das Ohr und ein Teil des äußeren Gehörorgans liegen außerhalb der Schädelknochen. Das Gehörorgan teilt man in drei Abschnitte, nämlich erstens

Fig. 379. Querschnitt durch das Gehörorgan des Menschen.

das äußere Ohr, wozu die Ohrmuschel und der äußere Gehörgang gehören; zweitens das Mittelohr, bestehend aus der Paukenhöhle, und der die Paukenhöhle mit dem Nasenrachenraum verbindenden Ohrtrompete; drittens das innere Ohr. Von diesen Abschnitten des Gehörorgans enthält das innere Ohr die eigentlichen schallempfindenden Teile mit den Endausbreitungen des Gehörnerven, während das äußere Ohr und das Mittelohr der Schalleitung dienen.

Äußeres Ohr.

§ 250. Das äußere Ohr.

Ohrmuschel.

Die Ohrmuschel ist bei den Tieren meist sehr beweglich. Durch Aufrichten des Ohres (die „Ohren spitzen"), und Drehung der Höhlung der Ohrmuschel nach vorne, vermag das Tier die von außen kommenden Schallwellen besser aufzufangen, und so seine Gehörwahrnehmung zu verschärfen. Beim Menschen sind zwar noch schwache Bewegungsmuskeln des Ohres vorhanden, sie sind aber nur in Ausnahmefällen stark genug, um das Ohr wirklich zu bewegen. Die Ohrmuschel ist mehr eine Zier des menschlichen Kopfes als ein zur Schallempfindung beitragendes Werkzeug. In bezug auf Größe, Umriß und Modellierung zeigt die Ohrmuschel bei den verschiedenen Menschen zahlreiche Besonderheiten, welche mit dazu beitragen, den verschiedenen Köpfen ihr besonderes persönliches Gepräge zu geben.

Ohrknorpel.

Stütze der Ohrmuschel, und dieser die charakteristische Form gebend, ist der Ohrknorpel, ein elastischer Faserknorpel. Die ihn bekleidende Haut ist fest an den Knorpel angeheftet. Nur der unterste Teil der Ohrmuschel ermangelt des Knorpels und stellt ein Hautläppchen dar, welches sich leicht durchbohren läßt, um Schmuckgegenstände – Ohrringe – daran zu befestigen. Das Ohrläppchen ist übrigens allein dem Menschen eigen, und fehlt selbst bei den menschenähnlichen Affen, deren Ohrmuschel sonst der des Menschen stark ähnelt.

Äußerer Gehörgang.

Der Ohrknorpel setzt sich fort als knorplige Röhre zum äußeren Gehörgang, der aber weiterhin im Schläfenbein eine knöcherne Röhre darstellt. Die Länge des äußeren Gehörgangs beträgt etwa 2,5 cm. Er ist ausgekleidet mit zarter Haut. Diese ist mit Härchen besetzt, welche namentlich am Anfang des Gehörgangs dichter stehen, und zuweilen, besonders bei alten Leuten, als Haarbüschel (Bockshaare) aus dem Ohrtrichter hervorragen. In der Kunst liebt man starke Bockshaare in den Ohren bei der Darstellung von Centauren, Faunen u. dergl. anzubringen; bei letzteren wird außerdem die Ohrmuschel stark verlängert und nach oben spitz auslaufend gebildet, was ihr einen mehr tierischen Charakter verleiht.

Ohrenschmalzdrüsen.

Die Haut des äußeren Gehörgangs ist außerdem ausgestattet mit zahlreichen knäuelförmigen (also im Bau den Schweißdrüßen entsprechenden) Drüsen, den Ohrenschmalzdrüsen. Sie sondern einen gelblichen, schmierigen, leicht erhärtenden Stoff, das Ohrenschmalz ab. Mit von außen eingedrungenem Staub und Härchen vermischt, kann verhärtetes Ohrenschmalz dicke fette Pfröpfe im Gehörgang bilden, welche den Gehörgang ausfüllen und verstopfen, so daß Schwerhörigkeit sich einstellt. Solche Pfröpfe müssen zeitig erweicht und entfernt werden – ein Eingriff, den man dem Arzt überlassen soll.

Trommelfell.

Der äußere Gehörgang endet als Blindsack. Sein Abschluß gegen die Paukenhöhle wird gebildet durch das Trommelfell, eine kreisrunde Haut, welche in schräger Richtung ausgespannt ist, so daß sie mit der unteren Wand des Gehörgangs einen spitzen Winkel bildet.

§ 251. Das Mittelohr.

Das Mittelohr.

Paukenhöhle.

Der Hauptteil des Mittelohrs ist die Paukenhöhle. Sie wird gebildet durch eine Aushöhlung des Felsenbeins, welche nach dem äußeren Gehörgang zu durch das hier ausgespannte Trommelfell abgeschlossen wird. Das Ganze hat so eine Ähnlichkeit mit einer flachgespannten Trommel.

Gehörknöchelchen.

Im Inneren der Paukenhöhle befindet sich die Kette der drei Gehörknöchelchen, welche die Schalleitung zum inneren Ohr vermitteln. Sie sind gelenkig miteinander verbunden und heißen nach ihrer Form: Hammer, Amboß und Steigbügel. Der Hammer ist mit einem längeren Fortsatz, dem Hammergriff, in das Trommelfell eingefügt, und überträgt die Schwingungen des Trommelfells, wie sie durch die anprallenden Schallwellen verursacht werden, auf die anderen Gehörknöchelchen und zwar zunächst auf den Amboß, der weiterhin mit dem Steigbügel verbunden ist. Der Steigbügel deckt mit seinem Tritt oder seiner Platte eine ovale Öffnung, die zum inneren Ohr führt, das ovale Fenster. Die Paukenhöhle steht durch einen 2,5 — 4 cm langen Kanal, die Ohrtrompete (oder Eustachische Trompete) in Verbindung mit dem Nasenrachenraum (s. § 154). Aus diesem Grunde können Erkrankungen des hinteren Nasenabschnitts und des Rachens sich auf das Mittelohr fortpflanzen und dieses in Mitleidenschaft ziehen. Ist das Trommelfell durchbohrt, so vermag man bei zugehaltener Nase und fest geschlossenem Munde durch kräftige Ausatmungsbewegung in hörbarer Weise Luft durch die Ohrtrompete in die Paukenhöhle, und weiter durch die Öffnung im Trommelfell am Ohr hinaus zu blasen.

Ohrtrompete.

§ 252. Das innere Ohr.

Das innere Ohr.

Das innere Ohr oder das Labyrinth besteht aus einer Anzahl von Hohlräumen und Gängen, welche in der Knochenmasse des Felsenbeins liegen, und mit einer wässerigen Flüssigkeit, dem Labyrinthwasser, erfüllt sind. Das Labyrinth ist von einer dichten harten Knochenschicht umschlossen, und kann als Ganzes aus dem Felsenbein herausgemeißelt werden.

Das Labyrinth zerfällt in folgende Teile: den Vorhof, die Schnecke und die drei halbzirkelförmigen Gänge.

Vorhof.

Der Vorhof ist der mittlere Teil des Labyrinths und stellt einen ziemlich rundlichen Raum dar, der nach der Paukenhöhle zu eine Öffnung zeigt, das ovale Fenster, welches durch den Tritt des Steigbügels verschlossen wird. Nach hinten schließen sich an den Vorhof die halbzirkelförmigen Kanäle an, nach vorn die Schnecke.

Halbzirkelförmige Kanäle.

Die halbzirkelförmigen Kanäle bestehen aus drei halbkreisförmig gebogenen Röhren. Sie haben eine eigentümliche Beziehung zur Erhaltung des Gleichgewichts, indem die hier mündenden Fasern des Hörnerven keine Gehörswahrnehmungen vermitteln, sondern das Gefühl für vorhandenes Gleichgewicht des Körpers. Zerstörung der halbzirkelförmigen Kanäle hebt die Fähigkeit sicherer Gleichgewichtserhaltung auf.

Schnecke.

Die Schnecke stellt einen schraubenförmig $2^1/_2$ mal aufgewundenen Gang dar, dessen knöcherne Umhüllung dem Gehäuse einer Gartenschnecke gleicht.

Häutiges Labyrinth.

In dem knöchernen Labyrinth ist nun ein System von häutigen Säckchen und Röhren enthalten, dessen Form im ganzen der des knöchernen Labyrinths entspricht. Wir bezeichnen dieses System als häutiges Labyrinth. Es ist ebenfalls mit Labyrinthflüssigkeit erfüllt. Innerhalb dieses häutigen Labyrinths befinden sich die

letzten Endigungen des Gehörnerven. Sie bestehen aus Sinneszellen, welche in feine Haarwimpern, die Hörhaare enden. Die Grundmembran, welcher der Endapparat des Hörnerven, das sogen. Cortische Organ aufruht, setzt sich zusammen aus genannten Fasern. Der spiralig zulaufenden Form der Schnecke gemäß werden diese Fasern allmählich immer kürzer — ähnlich den abgestimmten Saiten eines Klaviers. Man nimmt nun an, daß die von außen ans Ohr anschlagende Schallwelle eines Tons mit ihren die Klangfarbe herstellenden Ober- und Untertönen die den Wellenlängen aller dieser entsprechenden Fasern der Grundmembran mitschwingen macht und daß diese Schwingungen sich den hier befindlichen Endigungen des Hörnerven übertragen.

Cortisches Organ.

§ 253. Das Geschmacksorgan.

Das Geschmacksorgan.

Wie der Geruch bestimmte Stoffe in der Atemluft erkennt, welche in solcher Verdünnung für den Chemiker nicht mehr bestimmbar sind, so unterscheidet auch unser Geschmack an Flüssigkeiten oder mit dem Mundspeichel befeuchteten und durch die Zähne zerkleinerten festeren Stoffen noch Feinheiten in deren stofflichen Zusammensetzung, welche der chemischen Scheidekunst nicht mehr zugänglich sind. Die Unterscheidungsgabe des feinsten Schmeckens kann durch Übung, namentlich wenn sie sich auf engerem Gebiete betätigt und die Geruchswahrnehmung mit zu Hilfe genommen wird, in erstaunlicher Weise vervollkommnet werden. Es sei hier nur an die feine Zunge eines guten Kochs, oder gar eines berufsmäßigen Weinschmeckers erinnert, welch letzterer Jahrgang und Lage eines Weins aus seiner Gegend genau zu bestimmen vermag.

Die Stätte der Geschmacksempfindungen ist vor allen Dingen der Zungenrücken, in geringem Grade auch die Schleimhaut des weichen Gaumens. Auf dem Zungenrücken befinden sich allenthalben zerstreut fadenförmige Schleimhautpapillen, welche Endigungen von Geschmacksnerven enthalten. Die feinste Geschmacksempfindung findet aber statt auf der Zungenwurzel, wo sich in einem U-förmigen Bogen angeordnet eine Reihe (10 — 15) von breiten, runden wallförmigen Zungenwärzchen befindet, deren jedes von einem kleinen Graben umgeben ist. Hier enden Äste des 9. Gehirnnerven, des Zungenschlundkopf- oder Geschmacksnerven in der Schleimhaut in besonderen becher- oder knospenförmigen Schleimhautgebilden, den Schmeckbechern, innerhalb deren die Nervenendorgane direkt mit den zu schmeckenden Stoffen in Berührung treten. Diese Schmeckbecher stehen dichtgedrängt an der Wand des Walles der Wärzchen (Fig. 380). Der Umstand, daß die zu schmeckenden Flüssigkeiten in die engen ringförmigen Gräben eintreten, welche die wallförmigen Warzen umgeben, und dort zunächst verbleiben, bewirkt, daß eine über die Zunge ausgebreitete Flüssigkeit noch länger nachschmeckt (Nachgeschmack). Es erklärt sich auch hieraus die bekannte Tatsache, daß es bei verbundenen Augen unmöglich ist, hintereinander eine Anzahl Proben, z. B. von Rotwein und Weißwein sicher durch den Geschmack zu unterscheiden. Erst wenn z. B. durch das Kauen von trocknem, auf den Inhalt der die Geschmackswärzchen umgebenden Wallgräben ansaugend wirkendem Weißbrot die

Wallförmige Zungenwärzchen.

g zw g sb sb n

Fig. 380. Schnitt durch ein wallförmiges Zungenwärzchen. zw das breite Wärzchen. gg der umgebende Wallgraben. sb Schmeckbecher. n Geschmacksnerven. — Vergrößert.

Schmeckbecher.

Wallgräben entleert sind und der Nachgeschmack aufgehoben ist, stellt sich auch die Feinheit des Geschmacks wieder her. Bekanntlich verfahren in dieser Weise die Weinkoster, indem sie zwischen den Kostproben stets etwas Brot essen.

§ 254. Tastsinn und Empfindungen der inneren Organe.

Tastsinn und Empfindungen der inneren Organe.

Neben dem Geruch-, Gesicht-, Gehör- und Geschmacksinn rechnen wir als fünften Sinn den Tastsinn. Bei näherer Betrachtung zeigt sich indes, daß es eine Reihe von ganz verschiedenartigen Empfindungen ist, welche wir dem fünften Sinn als Vermittler zuschreiben.

Tastempfindungen.

Zunächst die eigentlichen Tastempfindungen der Haut, welche uns über Form und Dichtigkeit der mit der Haut in Berührung gebrachten Körper Auskunft geben. Die Endigungen der Hautnerven (Tastkörperchen und Nervenendknöpfchen), welche diese Empfindungen vermitteln, sind bereits früher erwähnt (§ 173).

Wärmeempfindung.

Ebenfalls durch Nerven der Haut wird die Wärmeempfindung vermittelt, und wir sahen, wie die Erregungen dieser Temperaturnerven auf reflektorischem Wege größere oder geringere Füllung der Hautblutgefäße verursachen, und damit Wärmeabfluß von der Haut entweder begünstigen oder vermindern (Wärmeregulierung). Auch elektrische Reizungen, sowie chemische Reize (z. B. durch ätzende Stoffe, welche Brennen, oder durch Stoffe, welche starkes Jucken erzeugen) werden durch die Hautnerven vermittelt.

Muskel- und Gelenksinn. Kraftsinn.

Weiter gehören hierher die Empfindungen der inneren Organe. Sie geben als Muskel- und Gelenksinn uns stets Kenntnis über die jeweilige Lage und Stellung unserer Gliedmaßen; als Kraftsinn lehren sie uns den Grad des Widerstandes bei einer Bewegung richtig zu bemessen und dementsprechend das nötige Maß von Muskelanstrengung anzuwenden. Bei Muskelermüdung geht von den Empfindungsnerven der Muskeln und Gelenke das Gefühl der Schwere, ja des Schmerzes aus. Ebenso bewirken Erkrankungszustände in allen Organen und Geweben des Körpers mehr oder weniger heftige Reizungen der Empfindungsnerven, die sich als Schmerzgefühl äußern. Endlich vermitteln bestimmte Nerven das Gefühl des vorhandenen Gleichgewichts bei Körperbewegungen. Es ist schon erwähnt, daß die halbzirkelförmigen Kanäle des inneren Ohres der Sitz dieses Gleichgewichtssinnes zu sein scheinen.

Schmerzempfindungen innerer Organe. Gleichgewichtssinn.

Allgemeingefühl.

Die Empfindungsnerven der inneren Organe, namentlich der Muskeln und Gelenke, geben uns je nach dem Grad und der Art ihrer Erregbarkeit gewisse Allgemeingefühle. So das Gefühl des Wohlbehagens, der Kraft und der Leistungsfähigkeit einerseits, das der Schwäche und krankhaften Reizbarkeit andererseits. In diesem Betracht sind es regelmäßige Leibesübungen, namentlich wenn ihr Betrieb an sich anregend ist und durch Betätigung in Gemeinschaft mit frohen Genossen und durch die belebenden Einflüsse von freier Luft und Sonnenlicht Lustempfindungen weckt, welche zu dem Gefühl gesunder Kraft und Wohlbehagens ganz besonders beitragen und eine wahre Nervenstärkung bewirken.

Dritter Teil

Bewegungslehre der Leibesübungen.

IX.
Ruhehaltungen.

§ 255. Allgemeines über Ruhehaltungen.

Ruhehaltungen.

Alle körperlichen Übungen gehen aus von Ruhehaltungen und kehren zu solchen wieder zurück. Bei einer jeden Ruhehaltung wirken zweierlei Kräfte und zwar:

1. Muskelkräfte: Zusammenziehung und Spannung der Muskeln.
2. Physikalische Kräfte: Gleichgewicht; feste Widerstände in Knochen und Gelenken; Spannungswiderstände in den Bändern.

Es können hinzu kommen:

3. Äußere Unterstützungsmittel: Anlehnen an feste Gegenstände oder Aufstützen auf solche mit einem Teil der Körperoberfläche.

Gleichgewicht.

Soll der Körper eine Ruhehaltung einnehmen, so muß er sich im Gleichgewicht befinden, d. h. es muß die vom Schwerpunkte gefällte senkrechte Linie, die Schwerlinie, in den Unterstützungspunkt (oder in die Unterstützungsfläche) fallen. Jedesmal, wenn der Schwerpunkt seine Lage ändert, muß auch der Unterstützungspunkt entsprechend verlegt werden; umgekehrt: wenn der Unterstützungspunkt verlegt wird, so ist der Schwerpunkt wieder senkrecht darüber zu bringen. Erst dann ist das Gleichgewicht wieder hergestellt.

Solche fortwährende Verlegung von Schwer- und Unterstützungspunkt macht das Wesen der Ortsbewegungen des Körpers aus. —

§ 256. Aufrechtes Stehen auf beiden Füßen.

Aufrechtes Stehen auf beiden Füßen.

Steht der Körper so auf beiden Füßen, daß die Körperlast auf beide Beine gleich verteilt ist, so fällt, wenn die Füße mit den Fersen zusammenstoßen, und die Fußachsen einen nach vorn offenen rechten Winkel bilden, wie dies für die militärische wie die turnerische „Grundstellung" vorgeschrieben ist, die Schwerlinie für einen Punkt der Halbierungslinie dieses Winkels (s. o. Fig. 61). Bei der militärischen Haltung fällt dieser Punkt mehr nach vorn, und kann bei starkem Vornüberlegen bis zu der die Fußspitzen verbindenden Linie gehen. Wir sahen (§ 46), daß diese Haltung nur möglich ist unter Aufgebot von Muskelanstrengung: der Wadenmuskel, der vierköpfige Schenkelstrecker, der große Gesäßmuskel, die langen Strecker der Wirbelsäule sind es namentlich, welche zu dieser strammen Haltung zusammenwirken. Desgleichen sind die Bauchmuskeln zusammengezogen („Brust heraus! Bauch hinein!" heißt es auf dem Exerzierplatz). Dadurch, daß der Schwerpunkt schon möglichst nach vorne gebracht ist, wird der schnellste Übergang aus dieser Haltung in die Vorwärtsbewegung des Schwerpunktes zum ausgreifenden Marsch vorbereitet. Auf dem Turnplatz wird diese

Militärische Haltung.

stramme aber ermüdende Haltung für gewöhnlich nicht angewendet, sondern die als Normalhaltung beschriebene Stellung. Sobald aber der Befehl: „Abteilung — Marsch!" erschallt, ist es förderlich, wenn die Turner auf den Ankündigungsbefehl „Abteilung!" schon in diese Haltung übergehen, indem sie den Körper vorlegen und den Schwerpunkt näher den Fußspitzen bringen. Um so fester und sicherer erfolgt dann gleich der erste Marschschritt, und ist sofort das richtige ausgreifende Trittmaß gewonnen.

Normalhaltung.

Bei der als Normalhaltung (Fig. 381) beschriebenen Art des aufrechten Stehens fanden wir als anatomisches Kennzeichen die gleichartige Krümmung der Wirbelsäule, so daß deren Wellenberge und Wellentäler gleiche Höhe haben; vor allem aber die Lage der Schwerlinie so, daß sie vor dem äußeren Gehörgange herab-

Fig. 381. Normalhaltung.

Fig. 382. Natürliche (bequeme) Haltung nach Meyer. a Bertinisches Band.

gehend die Hüftachse schneidet, und vor der Schienbeinkante heraustretend durch die Fußmitte geht. In dieser Haltung ist keine so starke Muskelspannung nötig, wie bei der militärischen straffen Haltung. Es sind bei dieser Normal- oder Grundhaltung die Fersen geschlossen, die Fußspitzen nach auswärts gerichtet, einen nach vorne offenen, annähernd rechten Winkel bildend, die Beine gestreckt; der Kopf steht aufrecht, so daß der untere Kinnrand fast wagerecht gerichtet ist; die Schultern sind etwas zurückgezogen; die Brust frei hervortretend. Eine hinten an den Körper gestellte senkrechte Ebene wird vom Hinterhaupt, der Gesäßrundung und der Ferse berührt. Bei muskelstarken jungen Leuten wird diese Ebene ferner vom Vorsprung der Wade, und wenn der Schultergürtel besonders stark entwickelt ist, endlich auch von den Schulterblattgräten berührt. Nach vorn würde eine senkrechte Linie, welche die Brust in der Mitte berührt, auch den Bauch an der hervortretendsten Stelle oberhalb des Nabels berühren, während eine gut entwickelte Bauchmuskulatur den Unterbauch mehr zurückhält.

Diese Grundhaltung ist für die Anwendung auf dem Turn- und Übungsplatze die geeignetste.

Natürliche Haltung nach Meyer.

Nun hat als „natürliche Haltung" der um die Kenntnis der Statik und Mechanik des Körpers verdiente Anatom G. H. v. Meyer eine besondere Haltungsform beschrieben, die aber mehr der entspricht, welche wir oben als „bequeme Haltung" gekennzeichnet haben. Er geht dabei von dem Grundsatze aus, daß die natürliche Stellung stets diejenige ist, welche den geringsten Aufwand von Muskelkraft erfordert, und daher am längsten ohne Ermüdung innegehalten werden kann.

Diese Haltungsart (Fig. 382) kennzeichnet sich folgendermaßen: Die Schwerlinie fällt hinter die quere Hüftachse, und nicht, wie bei der turnerischen Grund- oder Normalhaltung, in die Hüftachse. Der Rumpf ruht nicht in labilem Gleichgewicht auf den Schenkelköpfen, sondern er stellt vielmehr einen Hebel dar, dessen Stützpunkt die Hüftachse ist, und an dem im Schwerpunkte des Rumpfes (nicht des Körpers) die Last aufgehängt ist. Dieser Schwerpunkt liegt anatomisch in der Höhe der Herzgrube, vor dem zehnten Brustwirbel, und zwar ist er hier um so mehr nach vorn gelegen, je schwerer und gefüllter der Bauch durch Nahrung oder Fett ist. Der Rumpf, nach hinten gerichtet, würde also, seiner Schwere folgend, in einer Kreisbewegung um die Hüfte nach hinten fallen. Daran wird er aber gehindert durch den Widerstand des gespannten vorderen Hüftbandes, des Bertinischen Bandes. Dies Band bildet also für den nach rückwärts hängenden Rumpf den feststellenden Widerstand. Hierzu tritt noch die Spannung der straffen Schenkelbinde sowie die des Lendendarmbeinmuskels.

Haltung des Rumpfes durch das Bertinische Band.

Fig. 383. Schema der sog. natürlichen Haltung nach Meyer. SR Schwerpunkt des Rumpfes. h Hüftgelenk. b Bertinisches Band.

So hinge also der Rumpf (Fig. 383) frei, ohne Muskelspannung, wie „ein festgestellter Hebel" an dem starken Hüftband. Nun läßt sich ja über den Begriff „natürliche" Haltung streiten. Auf den Übungsplatz gehört auch bei zwanglosem Stehen eine solche Haltung mit bequem zurückgelegtem Rumpf nicht. Ebenso wird sie im Alltagsleben von jedem gemieden werden, der Gewicht darauf legt, seiner Persönlichkeit nicht den Stempel der Energielosigkeit und Schwäche aufzudrücken.

§ 257. Aufrechtes Stehen mit Belastung vorzugsweise eines Beins.

Aufrechtes Stehen mit Belastung vorzugsweise eines Beins.

Ruht der Körper vorzugsweise auf einem Bein, so nennt man dieses das „Standbein", das andere, das standfreie Bein „Spielbein".

Spielbein.

Das Spielbein, in leichter Beugung seitlich, mehr nach vorn oder nach hinten auf den Boden gesetzt, schützt den Körper vor dem Umfallen, und übernimmt auch meist einen geringen Teil der Körperlast.

Standbein.

Das Standbein, welches zum größten Teil die Körperlast trägt, wird wie eine starre Säule gestreckt gehalten und zwar ist es beim Hüft- und Kniegelenk die Spannung der Gelenkbänder (Bertinisches bezw. Kreuzband), welche der Belastung durch das Körpergewicht entgegenwirkt, während das Fußgelenk, dem ein solcher Bandhemmungsapparat abgeht, durch den Wadenmuskel festgelegt wird. Der Schwerpunkt wird um so mehr über das Standbein gebracht, so daß seine Senkrechte in die Sohlenfläche des Standbeins fällt, je ausschließlicher die Körperlast vom Standbein

allein übernommen wird. Dabei verläuft die Schwerlinie hinter dem Hüft- und vor dem Kniegelenk des Standbeins.

Da das standfreie Spielbein mehr oder weniger leicht gebeugt oder schräg auswärts von der Körperachse gestellt ist, so steht sein Schenkelkopf stets niedriger als der des aufrecht gestreckten Standbeins und das Becken ist auf dieser Seite gesenkt. Nicht nur daß das Becken so schief gestellt ist, sondern es ist auch als Ganzes nach der Seite des Standbeins hin verschoben. Der Rollhügel des Standbeins tritt, die Hüfte hier ausbuchtend, stärker vor, während er an der Seite des Spielbeins tiefer in die Weichteile einsinkt und unter Umständen an Stelle der hier sonst vorhandenen Ausbuchtung sogar eine Einziehung der Hüftgelenkgegend veranlassen kann. Diese Beckenbewegung stellt sich von selbst ohne besondere Muskeltätigkeit ein. Die Spannung der großen Schenkelbinde vom Beckenrand außen bis hinab zur Kniegelenkgegend, sowie die Spannung des großen und mittleren Gesäßmuskels wie namentlich des Spanners der Schenkelbinde halten dem schräg einwirkenden Druck der Rumpfschwere das Gegengewicht. Die Schiefstellung des Beckens bewirkt endlich eine vorübergehende seitliche Wirbelsäulenkrümmung (s. o. § 48).

Die Stellung vorzugsweise auf einem Bein ist bei Bildsäulen besonders beliebt, da sie die starre Symmetrie des Körperbaus in gefälliger Weise auflöst, und dem Umriß der Körperformen lebensvolle Abwechslung und schwungvolle Linien verleiht.

Fig. 384. Stellung vorzugsweise auf einem Bein nach Richer. — SL Schwerlinie; SS_1 Verbindungslinie der Schulter- HH_1 der Hüftgelenke. Angegeben ist ferner die Achse des Rumpfes und die des Standbeins.

Fig. 385. Umfang einer Bewegung aus der Auslagestellung.

Sie wird im Leben sehr häufig eingenommen. Hat das eine Bein länger als das Standbein gedient und ist ermüdet, so wird gewechselt; die Körperlast wird auf das bisherige standfreie Spielbein übertragen, während das bisherige Standbein als Spielbein sich ausruhen kann. Die Wirbelsäule erfährt dabei eine der vorherigen entgegengesetzte Krümmung.

Meist aber wird, entsprechend der gewöhnlich auf der rechten Körperseite stärker entwickelten Muskulatur, das rechte Bein als Standbein bevorzugt. Die Möglichkeit, daß solche Gewohnheit bei jungen Leuten, die oft und anhaltend stehen müssen, dauernde Rückgratsverkrümmung begünstigt, liegt namentlich dann nahe, wenn auch sonstige fehlerhafte Gewohnheiten im Sitzen, beim Schreiben usw. in gleichem Sinne verbildend einwirken.

Bevorzugung des rechten Beines.

Daß die gewohnheitsmäßige Bevorzugung des rechten Beines als Standbein auch auf den Gang einwirkt und diesen ungleichmäßig gestaltet, wird behauptet.

In der Auslagestellung beim Fechten oder Werfen (Fig. 385) dient das linke Bein als Standbein. Es stützt wie ein Strebepfeiler den Körper mit nach außen gedrehter Fußspitze, während das rechte standfreie Bein geradeaus nach vorn gestellt ist. Der Raum, der von den Verbindungslinien der Spitzen und Fersen der Füße umschrieben wird, bildet in dieser Stellung die Unterstützungsfläche, in welche die Schwerlinie fallen muß. Diese Fläche gewährt hierzu einen großen Spielraum in der Richtung von hinten nach vorn. Es können mithin in dieser Stellung starke Schwerpunktsverschiebungen, d. h. Rumpfbewegungen, nach vor- und rückwärts vorgenommen, Angriffs- und Abwehrbewegungen gegen einen Gegner in der Front gemacht werden, ausholende Wurfbewegungen u. dergl., ohne daß der feste Stand der Füße geändert zu werden braucht. Diese Stellung findet daher auch bei Freiübungen vielfache sinngemäße Verwendung.

Nur wenn die Füße allzu weit in der Richtung von vorn nach hinten voneinander gesetzt werden, bis zur Zwangsstellung, so wird die Haltung eine sehr unsichere, weil die Unterstützungsfläche zwar sehr lang, aber auch sehr schmal ist. Am unsichersten ist die Stellung, und erfordert stetes Balanzieren, wenn die Füße mit ihren Achsen hintereinander auf einer Linie in Spreizstellung stehen. Dies um so mehr, als beim einfachen Stehen der Fuß hinten mit der Ferse, vorne aber mit dem Mittelfußköpfchen der 2. und 3. Zehe am Boden aufruht, was einer ganz schmalen Unterstützungsfläche entspricht.

§ 258. Stehen auf einem Bein.

Stehen auf einem Bein.

Steht der Körper ausschließlich auf einem Bein, so daß das standfreie Bein den Boden nicht berührt, so geht der Stützpunkt des Rumpfes auf den Schenkelkopf des Standbeins. Der Schwerpunkt muß derart verlegt werden, daß seine Senkrechte in die Sohlenfläche des Standbeins fällt. Hierbei ist stärkere Muskelanspannung nötig, teils um das Standbein gestreckt zu halten, teils um für Becken und Rumpf das unbeständige Gleichgewicht zu sichern.

Fig. 386.

Werden dabei mit dem standfreien Bein Bewegungen ausgeführt, so bedingen diese jedesmal eine Störung des Gleichgewichts. Der Rumpf biegt sich in entgegengesetztem Sinne zum standfreien Bein, um dessen Gewicht das Gleichgewicht zu halten, und den Schwerpunkt, der durch die Beinbewegung verschoben war, wieder über den Unterstützungspunkt zu bringen. Wird z. B. das standfreie Bein nach vorn geführt, so muß der Rumpf sich etwas nach hinten biegen,

und umgekehrt (Fig. 386). Darum ist es bei Freiübungen mit derartigen Beinbewegungen (z. B. Knieheben mit nachfolgendem Beinstrecken und Führen des gestreckt gehobenen Beins nach den verschiedensten Richtungen) nicht möglich, den Oberkörper in ganz unverrückter gerader Haltung zu belassen.

Stehen auf den Fußspitzen.

§ 259. Stehen auf den Fußspitzen.

Die Fußstrecker, vor allem der Wadenmuskel, strecken den Fuß im Sprunggelenk und senken die Fußspitze wenn der Fuß aufgehoben ist. Steht der Fuß aber auf der Erde, so kann die Fußspitze nicht mehr nach unten geführt werden. Vielmehr wird nunmehr der Körper durch die Tätigkeit der Strecker in einem Bogen um die Fußspitze gehoben.

Dabei muß das Schwergewicht hinreichend nach vorn gebracht sein, so daß die Schwerlinie in die Zehen fällt. Der Fuß stellt anscheinend einen einarmigen Hebel dar, dessen Unterstützungspunkt die Fußspitze ist, an dessen einem Ende (dem Fersenhöcker) die Kraft (der Wadenmuskel) wirkt, während die Last des Körpergewichts zwischen dem Angriffspunkt der Last und dem Unterstützungspunkt aufruht. Jedoch vermag der Zug des Wadenmuskels allein das Heben des Körpers in den Zehenstand nicht zu bewirken. Es wird insbesondere auch der vierköpfige Schenkelstrecker mit tätig.

Die Unterstützungsflächen des Körpers beim Zehenstand sind nur klein. Sie stellen zwei kleine Dreiecke dar, deren Basis in der Hauptsache von den Mittelfußköpfchen des 2. und 3. Zehs gebildet wird, welche den Hauptdruck auf den Boden ausüben. Die Spitze liegt vorn am Endglied des Großzehs wie der 2. Zehe.

Die Schwerlinie verläuft nahe vor der Hüftachse und läßt den größten Teil des unteren Glieds hinter sich. Sie fällt in die Linie der Mittelfußköpfchen, auf welchen das Körpergewicht lastet. Die Bezeichnung „Zehenstand" ist mithin anatomisch nicht gerechtfertigt: denn die Arbeit der Zehen besteht nur darin, daß sie, als elastische Federn gegen den Boden gestemmt, den Körper balanzieren und sein Vornüberfallen zu verhindern suchen.

Die Streckmuskeln der Beine, welche das ganze Körpergewicht tragen, sind dabei in stärkster Anspannung. Ihre Ermüdbarkeit und die Kleinheit der Unterstützungsfläche gestalten ein längeres Verweilen im „Zehenstand" zu einem schwierigen.

Noch schwieriger und anstrengender ist die Gleichgewichtserhaltung beim Stehen auf einer Fußspitze.

Stehen mit gekreuzten Beinen.

§ 260. Stehen mit gekreuzten Beinen.

Ein sehr unsicheres Stehen ist das mit gekreuzten Beinen. Damit die beiden Fußsohlen mit einem möglichst großen Teil der Sohlenfläche dem Boden aufruhen, muß beiderseits der innere Fußrand gesenkt werden, was um so weniger gut gelingt und um so anstrengender ist, je weiter die Beine übereinander gekreuzt werden. Der Druck des Körpers strebt danach, die Füße auseinanderzutreiben. Dem wirken entgegen: erstens die Reibung der Sohlenflächen am Boden, und zweitens die Tätigkeit der Anzieher der Oberschenkel. Wenn der Boden ein vollkommen glatter (z. B. glatte Eisfläche, oder Parkettboden) und die Reibung nahezu = Null ist, so muß der Zug der kräftigen Anzieher der Schenkel ganz allein die Stellung aufrecht halten. Daher ist es sehr schwierig, auf solch glattem Boden mit gekreuzten Beinen einigermaßen fest zu stehen. Ein leichter Stoß, namentlich von vorn oder hinten her geführt, wirft den Betreffenden bequem um.

§ 261. Das Sitzen.

Das Sitzen
Niedersetzen.

Will man sich auf einen Gegenstand niedersetzen, so wird der Unterschenkel gegen den Fuß, der Ober- gegen den Unterschenkel, der Rumpf gegen den Oberschenkel gebeugt, und der Rumpf läßt sich dann niederfallen — daher der heftige Fall rückwärts, wenn jemand, der im Begriff ist, sich niederzusetzen, der Stuhl weggezogen ist. Ist der Sitz, auf den man sich niederläßt, sehr tief, so sucht man mit der Hand vorher einen Stützpunkt zu gewinnen, um zu starken Fall, d. h. zu heftiges Niedersitzen zu verhüten.

Beim Sitzen lastet der Schwerpunkt des Rumpfes unmittelbar auf der Sitzfläche. Dabei stellt sich das Becken horizontal und es verschwindet infolgedessen zum großen Teil die Einbiegung der Lendenwirbelsäule. Bei der zumeist eingenommenen Sitzhaltung (vordere Sitzhaltung) ruht der Rumpf auf den beiden Sitzknorren sowie der Berührungsfläche der beiden Oberschenkel mit der Sitzebene.

Die Sitzknorren haben eine gekrümmte Gestalt und stehen ähnlich nebeneinander wie die Kufen eines Schlittens oder eines Schaukelpferdes. Dis Folge ist, daß sie auf fester und glatter Sitzfläche leicht gleiten, entweder nach vorn, mit Rückwärtsfallen des Rumpfes, oder nach hinten, mit Vorwärtsfallen des Rumpfes.

a b c

Fig. 387. Linie der Wirbelsäule. a beim Stehen, b bei nachlässigem, c bei gutem aufrechten Sitz. (Nach Lüning und Schultheß.)

Ersteres ist namentlich dann leicht der Fall, wenn der Rumpf einen weiteren Stützpunkt lediglich durch eine Rückenlehne findet. Man ist dann gezwungen, bei längerem derartigen Sitzen häufiger das Becken wieder nach hinten in die anfängliche Haltung zurückzubringen.

Dem Vornüberfallen des Rumpfes bei längerem ermüdenden Sitzen — denn das Sitzen bedingt eine stete Spannung der langen Rückenmuskeln — suchen wir entgegenzuwirken entweder durch Aufstützen der Arme auf einen Tisch, wodurch dem Rumpf ein neuer Stützpunkt gewonnen wird, oder dadurch, daß das eine Bein über das andere geschlagen wird. Hierbei werden die langen Beugemuskeln des Schenkels, welche vom Sitzknorren ihren Ursprung nehmen, gespannt und gestatten dem Sitzknorren nicht, nach hinten zu gleiten.

Hintere Sitzhaltung.

Außer dieser vorderen Sitzhaltung unterscheiden wir noch eine hintere Sitzhaltung, bei welcher der Rumpf auf drei Knochenpunkten: den beiden Sitzknorren und der Steißbeinspitze ruht. Hierbei muß das Becken, damit die Steißbeinspitze auf dem Sitz aufruhen kann, stark nach hinten geneigt werden. Dementsprechend neigt sich auch der Rumpf nach rückwärts und droht nach hinten umzufallen — um so mehr als die Sitzknorren bei dieser Haltung das Bestreben haben, nach vorne zu gleiten. Ohne Rückenlehne ist diese Sitzhaltung kaum anders innezuhalten als dadurch, daß die Beine weit nach vorne gestreckt werden, um möglichst der nach hinten gerichteten Schwerwirkung des Rumpfes das Gleichgewicht zu halten, oder daß das eine Bein im Kniegelenk stark gebeugt wird, und die Hände das Bein unter dem Kniegelenk umfassen. Bequem ist solche Sitzhaltung keineswegs.

Hintere Sitzhaltung ohne Rückenlehne.

Anders wenn bei der hinteren Sitzhaltung der Rücken unterstützt ist. Dann ermöglicht sich in vollkommenster Weise Entlastung der Muskulatur, und wird so der wahre Ausruhsitz gewonnen. Die Unterstützung des Rückens durch eine Schulterlehne

Hintere Sitzhaltung mit Rückenlehne.

macht übrigens den Stützpunkt der Steißbeinspitze vollkommen entbehrlich. Tatsächlich ruht letztere auch nur bei stark rückwärts gebogener Lehne auf dem Sitz auf, während sonst der Körper an Rückenlehne und den Sitzknorren genügende Unterstützung findet.

Polstersitz.

Bei weichem Sitz (Polster) sind es die gesamten Weichteile des Gesäßes, welche in inniger Berührung mit der einsinkenden nachgiebigen Unterlage die Rumpflast aufnehmen. Der auf die Masse der Weichteile ausgeübte Druck bringt aber bei anhaltendem Sitzen mancherlei Störungen im Blutumlauf der Gesäßgegend mit sich, weshalb die weitaus größte Mehrzahl derer, welche anhaltende Sitzarbeit zu verrichten haben, einen harten Sitz bevorzugen.

Breite des Sitzes.

Die Festigkeit des Sitzes hängt — abgesehen von Gestaltung der Lehne, Höhe des Tisches usw. – auch sehr von der Breite des Sitzes ab. Ein schmaler Sitz gewährt nur eine kleine Unterstützungsfläche, während, namentlich bei vorderer Sitzhaltung, ein breiter, die ganze Länge der Oberschenkel stützender Sitz der Sitzhaltung die meiste Stetigkeit gewährt.

Einseitiger linker Sitz.

§ 262. Einseitiger linker Sitz.

Wie das gewohnheitsmäßige einseitige Stehen vorzugsweise auf dem rechten Bein fehlerhafte Haltung der Wirbelsäule zur Folge haben kann, so ist dies auch mit dem einseitigen linken Sitz der Fall. Da letzterer namentlich in den Schuljahren oft viele Stunden täglich eingehalten wird, so vermag er besonders leicht schädlich auf die Haltung der Wirbelsäule einzuwirken, und dauernde Verkrümmung der Wirbelsäule nach links herbeizuführen.

Indem die Schwerlast des Rumpfes fast ganz auf den stützenden, dem Tisch aufgelegten linken Arm, sowie namentlich auf den linken Sitzknorren verlegt wird, um die rechte Körperseite zu entlasten und den rechten Arm zum Schreiben ungehindert frei zu haben, wird das entlastete rechte Bein etwas gehoben. Sein Sitzknorren berührt den Sitz kaum oder gar nicht. Infolgedessen stellt sich das Becken schief nach links abwärts; die Wirbelsäule krümmt sich nach links um, die obere Brust- und untere Halswirbelsäule macht entsprechende Gegenkrümmung nach rechts.

Die verunstaltende Wirkung solcher fehlerhafter Haltung (s. o. Fig 93), – die also ähnlich wirkt wie der schiefe Sitz, der bei Mädchen durch Unterschieben der Röcke nur unter eine Hinterbacke entsteht – kann nur durch sorgfältige Beaufsichtigung der Schüler beim Schreiben vermieden werden.

Liegen.

§ 263. Das Liegen.

Das Liegen auf der rechten oder linken Seite, mit mehr oder weniger starker Beugung in den meisten Gelenken, wird wohl von der Mehrzahl der Menschen zum Ausruhen bevorzugt.

Liegen auf dem Rücken.

Das Liegen auf dem Rücken (Fig. 388) ist eine Ausruhlage, welche allein dem Menschen möglich ist, während sonst alle Säugetiere nur Seitenlage einnehmen können. Findet die Rückenlage auf einer nachgiebigen weichen Unterlage statt, so daß die ganze Rückenfläche unterstützt wird, so gewährt diese Lage der gesamten Muskulatur volles Ausruhen, läßt die

Fig. 388.

beidseitige Atmung und den Kreislauf unbehindert, führt auch keine Verschiebungen in der Lage der Eingeweide herbei, wie dies bei der Seitenlage möglich ist. Auf einer harten Unterlage dagegen ruht der Körper in der Rückenlage nur auf mit dem Hinterhaupte, den Schultern, dem Gesäß, den Waden und den Fersen. Die zwischen diesen Punkten liegenden Gegenden des Körpers bilden Bögen, die durch Muskelspannung getragen werden müssen. Ein eigentliches Ausruhen ist in der Rückenlage auf festem Boden nicht möglich.

Fig. 389.

Liegen auf dem Bauche.

Das Liegen auf dem Bauche (Fig. 389) wird nur selten zur Ruhelage angewendet (abgesehen natürlich von Krankheiten, welche diese Lage nötig machen). Die ganze Schwerlast des Rumpfes lastet hierbei auf den Bauchdecken. Nur bei kräftiger Muskulatur ist diese Lage erträglich und gestattet ein Ausruhen.

§ 264. Hockende Stellung.

Hockende Stellung.

Bei der hockenden oder kauernden Haltung (tiefer Hocke) sind Hüft-, Knie- und Sprunggelenke in starker Beugung (Fig. 390). Diese wird bei tiefster Hocke begrenzt durch die Berührung des Bauches mit der Vorderfläche der Schenkel, sowie der Unterfläche der Schenkel mit den Waden, daher von Dickleibigen die Hocke nicht so tief ausgeführt werden kann, wie bei Mageren und weit mühsamer ist. Die Füße stehen auf den Fußspitzen, so daß die Unterstützungsfläche — vorausgesetzt, daß keiner der Arme Stütz auf dem Boden oder sonstwie findet – nicht größer ist, als beim Stehen auf den Fußspitzen, dem sogen. Zehenstand. Da aber der Schwerpunkt bei der Hocke tief gesenkt ist, so ist die Festigkeit des Standes hier größer als die beim Zehenstand. Indes machen die Spannung der Muskeln wie der bis zum höchstmöglichen Grad gebeugten Gelenke, weiterhin die Erschwerung des Bauchatmens, sowie die Behinderung des Blutumlaufs in den Beinen infolge der Knickung der Blutgefäße durch die starken Gelenkbeugungen ein längeres Verweilen in Hockstellung unbequem und ermüdend. Gleichwohl wird bei manchen Völkerschaften, so bei den Arabern und Negern, die Hockstellung an Stelle des Sitzens bevorzugt.

Fig. 390.

Tiefste Kniebeuge.

Weit unsicherer ist die Haltung bei tiefster Kniebeuge mit aufrecht gehaltenem Rumpf und auseinanderstehenden Knien. Die starke Dehnung, welche bei tiefster Kniebeuge der vierköpfige Streckmuskel erfährt (Fig. 391), macht diese Übung bei häufiger Wiederholung schmerzhaft. Die starke Dehnung des Muskels, dazu die Muskelarbeit, welche zur Hebung des Körpergewichts bis zum aufrechten Stand erforderlich ist, läßt bei der Ausführung einer Reihe von tiefsten Kniebeugen hintereinander um das Knie herum ein Ermüdungsgefühl von einer Stärke zurück, welches vorzeitig die weitere Tätigkeit des Muskels hemmt. Wir haben hier eine derjenigen Übungen vor uns, welche heftige, örtliche Ermüdungserscheinungen veranlassen, ohne daß eine für die großen Organtätigkeiten des Kreislaufs, der Atmung usw. schon nutzbringende Summe von Muskelarbeit erreicht war. Es war schon oben Drehen

des wagerecht erhobenen Armes als ſtark ermüdend für die Bewegung im Schultergelenk angeführt; für das Handgelenk wirken ähnlich anſtrengend die Übungen des Stabwindens; für die langen Streckmuskeln des Rückens in der Kreuzgegend das wiederholte Stemmen ſchwerer Hanteln vom Boden bis zur Hochhebhalte über dem Kopf.

I II

Fig. 391 und 392. Dehnung des zweiköpfigen Schenkelbeugers bei Streckung (I); Dehnung des Schenkelſtreckers bei Beugung (II) im Kniegelenk. Wk Wadenbeinköpfchen; Ks Knieſcheibe; Sb Schienbeinhöcker; B Beuger; a b Länge des Muskels bei Streckung; a' b' bei Beugung; St vierköpfiger Strecker; c d Länge des Muskels bei Streckung; c' d' bei Beugung im Kniegelenk.

Aufrichten aus der Hockſtellung.

Der Umſtand, daß in der Hockſtellung die Streckmuskeln der unteren Gliedmaßen — alſo großer Geſäßmuskel, vierköpfiger Schenkelſtrecker, Wadenmuskel — ſtark gedehnt werden und damit zu kräftigſter Zuſammenziehung ausholen, ſowie daß zugleich der Schwerpunkt über die Unterſtützungsfläche gebracht iſt, erleichtert ſehr das Aufrichten des Körpers. Darum wird auch beim Aufrichten aus dem Sitz der Rumpf erſt vornübergebeugt und eine Art von Hockſtellung eingenommen; desgleichen geht zum Aufrichten aus dem Liegen der Körper erſt in Hockſtellung über, aus welcher dann das Aufrichten ſich vollzieht.

§ 265. Knien.

Knien.

Auch in die kniende Stellung gelangt der Körper nach vorheriger Beugung im Hüft-, Knie- und Sprunggelenk durch eine Art von Fallbewegung, die aber nicht wie beim Niedersitzen nach hinten, sondern nach vorn gerichtet ist (Fig. 393). Daher auch beim Niederknien der Rumpf leicht vornüber fällt, und durch die vorgestreckten Arme, welche Stütz am Boden suchen, vor dem Hinstürzen bewahrt wird.

Niederknien.

Fig. 393. Niederknien aus dem Stand.

Unterstützt ist in der knienden Stellung der Körper von den beiden Schienbeinhöckern und den Fußspitzen, und zwar bei letzteren gewöhnlich so, daß die gebeugten Zehen mit ihrer Rückenfläche auf dem Boden ruhen. Beim aufrechten Knien wird der Schwerpunkt des Rumpfes senkrecht über den Schienbeinknorren getragen; auf diesen ruht die ganze Schwerlast des Rumpfes.

Fig. 394.

Wird der Schenkel im Kniegelenk spitzwinklig gebeugt, und der Rumpf nach vorn gebogen, so daß das Gesäß bis auf die Fersen hinabgeht, dann verteilt sich die Schwerlast auf Knie und Fußspitzen. Die Schwerlinie fällt in die Mitte der von den Verbindungslinien der Schienbeinknorren und der Fußspitzen umgrenzten Stützfläche (Fig. 394).

Erheben aus der knienden Stellung.

Das Erheben zum Stand aus der knienden Stellung kann von Geschickteren unmittelbar durch ein sprungartiges Emporschnellen des Körpers unter plötzlicher und heftiger Zusammenziehung der Strecker des Sprung-, Knie- und Hüftgelenkes bewirkt werden.

Leichter vollzieht sich die Erhebung zum Stand — und dies ist auch die gewöhnliche Art — wenn ein Bein mit senkrecht gerichtetem Unterschenkel vor und auf die volle Fußsohle gestellt wird und nun durch Strecken dieses Beins, wobei der Oberschenkel um das Kniegelenk einen Kreisbogen beschreibt, der Schwerpunkt über die Stützfläche dieses Fußes gebracht, d. h. der Körper aufgerichtet wird (Fig. 395). Während dieser aufrichtenden Bewegung wird der andere Fuß neben diesen gezogen und niedergestellt.

Fig. 395. Aufrichten aus der knienden Stellung.

Der Hang.

§ 266. Der Hang.

Auf vielerlei Arten kann der Körper, vom Boden gänzlich losgelöst, wenigstens für kürzere Zeit schwebend im Hang gehalten werden. So können die Hände, es können bestimmte Teile der Arme (Unter- und Oberarmhang), die Achseln, bei Leibeskünstlern selbst das Kinn und das Gebiß als Haftorgane für den Körper dienen, an denen er aufgehängt ist.

Beim Sturzhang oder Abhang mit umgekehrtem Körper kann dieser an den Füßen (Zehenhang) oder an den Kniekehlen (Kniehang) getragen werden.

Es kann endlich der Körper an einem Arm und Bein gleichzeitig oder an Händen und Füßen (Querliegehang, Seitliegehang, Schwimmhang, Nest u. dergl.) hängen.

Im nachfolgenden können nur einige Formen des Hanges besonders behandelt werden.

Streckhang.

§ 267. Streckhang an den Händen.

Der Streckhang an den Händen ist von allen Hangarten zumeist als „natürlicher" Hang zu bezeichnen.

Beim natürlichen Hang an einem festen queren Gegenstand (Ast, Balken, Stange, Leitersprosse, Mauerkante usw.) wird dieser von den Händen in Greifstellung umfaßt — bei einwärts gedrehter oder pronierter Stellung der Hände, die Daumen einander zugekehrt; turnerisch: Aufgriff oder Ristgriff.

Seltener, und nur bei rundum leicht umgreifbarem festen Gegenstand (Stange, Ast, Leitersprosse) anwendbar ist der Hang mit auswärtsgedrehter oder supinierter Stellung der Hände, die Daumen nach außen, die Kleinfinger einander zugekehrt; turnerisch: Untergriff oder Kammgriff.

Ist der Körper quer an zwei parallel laufende Stangen oder Äste gehängt, so fassen die Hände beim natürlichen Hang speichgriffs, d. h. die Daumen sind der Vorderseite des Körpers zugekehrt.

Die hauptsächlichste Muskeltätigkeit beim S t r e c k h a n g ist die Zusammenziehung der die Finger beugenden Muskeln, denn diese haben das Gewicht des Körpers zu tragen. Unwillkürlich ziehen sich aber weiterhin beim Streckhang die Muskeln um diejenigen Körpergelenke zusammen, welche sonst durch die Schwerwirkung der Körperteile auseinandergezogen würden. Die Gelenke werden dadurch vor Zerrung ihrer Bänder bewahrt. Die Schulterhöhe und der ganze Schulterstumpf sind möglichst in die Höhe gezogen. Die Schlüsselbeine stehen steil nach aufwärts; das Schulterblatt ist in der Weise, wie es früher für die Hochhebhalte beschrieben (§ 53), um seinen oberen inneren Winkel derart gedreht, daß der untere Schulterblattwinkel von der Wirbelsäule ab nach der Achselhöhle zu geht, und seitlich von der Achselhöhle im Umriß des Körpers deutlich hervortritt. Über dem unteren Schulterblattwinkel tritt ferner in der Achselhöhle der Gelenkkopf des Oberarms hervor, und drängt gegen die Gelenkkapsel nach außen. Der vom unteren Rand der Gelenkpfanne des Schulterblatts entspringende, in der Hochhebhalte des Arms über den Gelenkkopf des Oberarms wegziehende lange Kopf des dreiköpfigen Oberarmstreckers hält den Gelenkkopf in der Schulterpfanne fest. Der über den unteren Schulterblattwinkel hinweggehende Teil des breitesten Rückenmuskels hält die Schulterblattspitze an den Brustkorb angedrängt

Einfluß auf die Schultergegend.

Behinderung der Atmung.

(Fig. 396). Die durch das Emporheben der Arme und damit ihrer Ansätze stark gespannten Brustmuskeln erheben die Rippen bis zur Einatmungsstellung und erweitern dadurch den Brustraum sehr stark. Damit ist aber auch ein Wiedereinsinken des Brustkorbs zur Ausatmungsstellung beim Hang unmöglich gemacht. Bei längerem Hang vollzieht der Brustkorb keine Atembewegungen; nur das Zwerchfell vermag sich zu heben und zu senken und so die Atmung zu unterhalten. Jedoch auch dies nur unvollständig, da die Bauchmuskeln gedehnt sind, und der Vorwölbung durch Andrängen der Eingeweide bei Senkung des Zwerchfells Widerstand leisten.

Ausbiegung der Lendenwirbelsäule nach vorn.

Der Zug, den die Eingeweide auf die Lendenwirbelsäule mittels ihrer Schwere ausüben, ferner der Zug des von dem untersten Brustwirbel und sämtlichen Lendenwirbeln entspringenden und zum kleinen Rollhügel hinabgehenden Lendenmuskels,

Fig. 396. Stellung der Schulterblätter (S) beim Hang. R m breitester Rückenmuskel.

Fig. 397. Spannhang. S rechtes Schulterblatt. r f rautenförmige Muskeln. t r mittlerer Teil des rechten Trapezmuskels.

geben der Lendenwirbelsäule eine starke Ausbiegung nach vorn. Dazu kommt, daß das Schwergewicht der Beine die Beckenneigung verstärkt. Alles dies bewirkt, wenn nicht die geraden Bauchmuskeln durch stärkere Spannung diesen Zugkräften das Gleichgewicht halten, daß die Lendenkrümmung im Hang oft stark ausgesprochen ist, so daß die Lendenwirbelsäule über dem Gesäß eine tiefe Einsattelung zeigt.

Spannhang.

Am günstigsten liegen die Verhältnisse, und gestatten längeres Verharren im Hang, wenn die Arme in Schulterbreite parallel gestreckt die Körperlast tragen. Je weiter darüber hinaus die Arme auseinandergehen zum Spannhang, um so mehr werden die Schulterblätter nach außen gezogen, und von der Wirbelsäule entfernt, und um so mehr müssen diejenigen Muskeln, welche die Schulterblätter der Wirbelsäule annähern — dies sind die Rautenmuskeln und der mittlere Teil des Trapezmuskels — sich angestrengt zusammenziehen (Fig. 396). Denn sie bilden die Mittelstücke eines an zwei Endpunkten festgehakten Bogens, in dessen Mitte die Körperlast aufgehängt ist. Die starke Inanspruchnahme dieser Schulterblattmuskeln macht den Spannhang ungleich ermüdender und anstrengender als den Streckhang.

§ 268. Der Beugehang.

Beugehang.

Durch starke Anstrengung der Beugemuskeln der Arme (Klimmziehen) vermag man aus dem Streckhang den Körper emporzuheben zum Hang mit gebeugten Armen,

zum Beugehang (Fig. 398). Als Ruhehaltung kann der Beugehang wegen der starken Belastung einzelner Muskeln nur kurze Zeit innegehalten werden. Für eine Reihe von Übungen bildet er die Ausgangshaltung.

Tätige Muskeln beim Beugehang.

Die vorzugsweise beim Beugehang belasteten Muskeln sind die Beuger des Oberarms zum Unterarm, und zwar der zweiköpfige Armbeuger beim Beugehang mit Kamm- oder Untergriff, der innere Armbeuger beim Beugehang mit Rist- oder Aufgriff, und endlich der Armspeichenmuskel oder lange Auswärtswender. Zur Beugung der Arme kommt hinzu die energische Tätigkeit der Anzieher der Arme, also des breitesten Rückenmuskels, des großen Brustmuskels, des großen rundlichen Muskels.

Schwerpunkt beim Beugehang.

Der Schwerpunkt muß beim Beugehang in der Senkrechten liegen, welche von der Mitte der die Hände verbindenden Stützlinie ausgeht. Der Körper kann also nicht in einer vom Kopf bis zu den Fußspitzen senkrechten Richtung gehalten werden — der Schwerpunkt würde sonst hinter dem Stützpunkt sich befinden —, sondern die untere Körperhälfte ist so weit nach vorn zu bringen, daß das Gleichgewicht hergestellt ist. Es geschieht dies dadurch, daß die Schenkel gehoben werden und das Becken gebeugt wird, unter Zusammenziehung der Bauchmuskeln und des Lenden-Hüftbeinmuskels. —

Fig. 398. Streckhang und Beugehang. H, H, die Höhe der Hebung des Körpergewichts durch die Beugemuskeln der Arme.

Lage der Ellbogen.

Was die Lage der Ellbogen in der Richtung von vorn nach hinten betrifft, so sollen beim Hang mit gebeugten Armen die Ellbogen in derselben Querebene liegen wie die Schulterhöhen. Liegen sie mehr nach innen, angepreßt gegen die Brustwand, so ist von den beiden großen Anziehern der Arme, dem großen Brust- und breitesten Rückenmuskel, die Hauptarbeit dem großen Brustmuskel überlassen. Bei häufigerer Übung wird — um so mehr als auch bei anderen Gerätübungen, namentlich am Barren, dieser Muskel über Verhältnis in Anspruch genommen wird — der große Brustmuskel kräftiger ausgebildet und erhält das Übergewicht. Die Folge ist, daß die Fasern dieses Muskels auch in der Ruhe mehr verkürzt bleiben, stärkere Spannung erhalten, und dadurch den Schulterstumpf nach vorn ziehen. Der Rücken wird rund (Turnerbuckel), die Schulterblätter stehen von der Wirbelsäule weit ab, die Brust scheint zwischen den vorgefallenen Schultern eingesenkt. Um dies zu vermeiden, achte man darauf, durch energische Zusammenziehung des breitesten Rückenmuskels, sowie des Trapezmuskels und der Rautenmuskeln, die Schulterblätter der Wirbelsäule möglichst angenähert zu halten, so daß die gewölbte Brust unbeengt und frei vortritt. — Dies gilt nicht nur für den Beugehang, sondern muß auch zur Erziehung einer guten Körperhaltung und schönen Körperform bei den meisten Übungen in Hang und Stütz stets und besonders beachtet werden.

Übergewicht des großen Brustmuskels.

§ 269. Abhang oder Sturzhang.

Abhang oder Sturzhang.

Der Abhang oder Sturzhang ist ein Hang mit Umkehrung des Körpers, so daß der Kopf nach unten sieht, die Beine nach oben.

Der Körper kann beim Abhang entweder an den Händen oder an den Knien (Kniekehle) oder an den Füßen hängen. Stets sind diese Haltungen störend für eine Reihe von Organtätigkeiten. Die Baucheingeweide lasten auf dem Zwerchfell, drängen es abwärts in die Ausatmungsstellung, und verhindern so seine Atemtätigkeit. Während die Blutadern der Beine unter dem Einfluß der Schwere sich entleeren und deren Blut das rechte Herz überfüllt, füllen sich umgekehrt aufs äußerste die Blutadern des Halses, des Kopfes und des Gehirnes, und schwellen stark an. Die Fortbewegung des Blutes stockt in ihnen. Es treten diese Erscheinungen des Blutandrangs zum Kopfe um so mehr auf, je länger der Turner im Sturzhang verweilt, und dauern bei manchem auch nach Beendigung der Übung und Wiedergewinnen der aufrechten Haltung noch eine Weile fort, in Schwindelgefühl und benommenem Kopf sich äußernd. Am besten wird der Abhang vertragen im Kindes- und Knabenalter vor der Entwicklung. Man sieht hier kaum den Kopf selbst bei längerem Abhang sich röten. Der Kreislauf vollzieht sich eben beim Kinde leichter und erleidet nicht sobald Störungen. Für alle diejenigen aber, welche ohnehin leicht an Blutandrang nach dem Kopfe leiden, ist jede Übung bedenklich, welche auch nur kurzes Verweilen im Sturzhang erfordert. Namentlich bei älteren Turnern, über das 40. Lebensjahr hinaus, wo bereits Veränderungen der Pulsaderwände eingetreten sein können, sind solche Übungen durchaus nicht mehr angebracht. Der Sturzhang kann übrigens auch ganz gut bei den Übungen eines bloßen Gesundheitsturnens entbehrt werden. –

Unzuträglichkeiten des Sturzhangs.

Abhang an den Händen.

In den **Abhang an den Händen** kommt der Turner z. B. dadurch, daß er sich aus dem Stand mit Fassen der reichhohen Reckstange, oder aus dem Streckhange mit Anschwung um die Schulterachse dreht, und die Beine nach oben gerichtet das Gleichgewicht zu erhalten sucht. Der Körper balanciert auf dem Schultergürtel, dem Schlüsselbein und den Schulterblättern; die Lücke zwischen letzteren wird durch die Spannung der die Schulterblätter nach der Wirbelsäule zu festlegenden Muskeln ausgefüllt.

Fig. 399. Abhang vorlings. Fig. 400. Abhang rücklings.

Durch den Zug der Arme ist der Schultergürtel stark am Körper herabgezogen – gerade so, als wenn bei aufrechtstehendem Körper ein jeder der herabhängenden Arme eine Hantel, die halb so schwer wie das Körpergewicht, tragen müßte.

Abhang an den Händen am Barren oder den Ringen.

Unbehindert gerade kann der Körper zur Erhaltung des Gleichgewichts beim Abhang gestreckt sein, wenn die Stützpunkte der Hände in Schulterbreite voneinander entfernt, freien Zwischenraum zwischen sich lassen, so daß der Körper zwischen diese Stützpunkte gebracht werden kann. Dies ist der Fall beim Abhang am Barren quer zwischen dessen Holmen, sowie beim Abhang an den Ringen.

Abhang an den Händen am Reck.

Anders wenn die beiden Stützpunkte der Hände an demselben festen Gegenstand, z. B. der Reckstange, sich befinden. Hier beim Abhang am Reck macht es einen Unterschied, ob der Abhang vorlings (Fig. 399) gemacht wird, so daß der Bauch der Reckstange anliegt, oder rücklings (Fig. 400), so daß der Rücken an die Reckstange stößt. Im letzteren Falle verlangt die Gleichgewichtserhaltung eine Einbiegung der Wirbelsäule nach vorn (Hohlmachen des Kreuzes) durch starke Tätigkeit der langen Wirbelsäulestrecker, sowie Streckung des Hüftgelenks. Beim Abhang am Reck vorlings findet dagegen zur Gewinnung des Gleichgewichts Biegung der Wirbelsäule nach hinten und Beugung im Hüftgelenk statt.

Abhang an den Füßen.

Der Abhang an den Füßen verlangt starke Beugetätigkeit der Fußbeuger oder Fußheber, also des vorderen Schienbeinmuskels, des langen Zehen- und des langen Großzehenstreckers, damit der Körper wie an einem Haken aufgehängt sein könne. Der Abhang an den Knien verlangt rechtwinklige Beugung im Kniegelenk.

Schwimmhang.

§ 270. Schwimmhang.

Schwimmhang nennt man den Hang in wagerechter Lage zugleich an Händen und Füßen. Der Körper hängt zwischen den beiden Holmen eines Barrens ausgestreckt an vier Stützpunkten: den die Holmen umgreifenden Händen und den aufgelegten Füßen. Bei dieser Lage biegt die Schwerkraft des Körpers die Wirbelsäule stark nach vorne ein. Die Last der Baucheingeweide drückt auf die vordere Bauchwand und dehnt diese beträchtlich. Ist die weiße Linie des Bauches schwach, und ist Anlage zu Nabelbruch vorhanden, oder ist ein in der ersten Kindheit vorhanden gewesener Nabelbruch weniger fest verheilt, so vermag diese Belastung immerhin dehnend auf die schwachen Stellen zu wirken. In solchen Fällen verbietet sich diese Übung, während sie im übrigen bei genügend festen Bauchdecken weniger Bedenken hat.

Der Stütz.

§ 271. Der Stütz.

Da beim Stütz der Körper an dem von den Armen getragenen Schultergürtel hängt, so zählt auch der Stütz zu den Hangarten.

Streckstütz.

a) Beim Streckstütz stützt sich der Körper mit gestreckten, parallel in Schulterbreite stehenden Armen auf zwei feste Stützpunkte, die mit den Händen umfaßten Barrenholme, Ringe, Reckstange usw. Das ganze Körpergewicht lastet beim freien Stütz auf den beiden Oberarmköpfen, vermittelt durch den Schultergürtel und die Muskeln, welche den Schultergürtel am Stumpf anhaften. Die festen Punkte, mit denen der Schultergürtel als Träger der Körperlast den starr gestreckten Armen aufruht, sind die Schulterhöhen. Der Zug des Körpergewichts macht sich im Sinne einer Drehung der Schulterblätter um ihren äußeren oberen Winkel, d. h. den festen Punkt der Schulterhöhen geltend derart, daß die oberen inneren Schulterblattwinkel abwärts gehen, und die unteren Winkel sich von der Wirbelsäule entfernen. Dabei sinkt der Rumpf nach abwärts, der Kopf geht zwischen die Schultern. Zugleich wird der Schulterstumpf nach vorne gedrängt unter Eindrücken der Brust (Fig. 402). Um dieser üblen Haltung entgegenzuwirken, müssen die Rautenmuskeln, sowie der mittlere und untere Teil des Trapezmuskels sich energisch zusammenziehen, und die Schulterblätter in solcher Lage festhalten, daß ihr Auseinanderweichen verhindert wird und ihre unteren Winkel nahe der Wirbelsäule verbleiben. Unterstützung gewährt hierbei der breiteste Rückenmuskel, indem er den Oberarm kräftig gegen die Seiten an- und

den Schulterstumpf zurückzieht, durch seine Wirkung auf den Oberarm. Es sind also diese Rückenmuskeln, in erster Linie die verhältnismäßig kleinen Rautenmuskeln und der untere Abschnitt des Trapezmuskels, welche die gerade Haltung beim Streckstütz aufrecht halten müssen, so daß die inneren Schulterblattränder parallel der Wirbelsäule stehen, den Kopf frei hoch getragen wird und die Brust nicht eingeengt erscheint sondern hervortritt. Einem großen Teil des ganzen Körpergewichts muß also von jenen Muskeln das Gleichgewicht gehalten werden. Dies ist nur möglich, wenn sie entsprechend kräftige Entwicklung besitzen. Bei Barrenturnern sind tatsächlich diese Muskeln zwischen den Schulterblättern am Rücken besonders stark ausgebildet.

Fig. 401. Streckstütz in guter Haltung. Tr rechter Trapezmuskel. rf rautenförmiger Muskel. hs Heber des Schulterblatts. Rm Breiter Rückenmuskel.

Fig. 402. Einsinken beim Streckstütz.

Die Arme werden beim Streckstütz in Streckung gehalten zumeist durch den dreiköpfigen Armstrecker sowie den Armspeichenmuskel. Stärkere Anstrengung dieser Muskeln ist beim einfachen ruhigen Stütz nicht erforderlich, da die Oberarmknochen senkrecht übereinanderstehen und der Hakenfortsatz der Elle in die tiefe Grube am unteren Ende des Oberarmknochens eingreift. Anders wenn durch Schwingen des Körpers um die Schulterachse diese Lage der Armknochen übereinander fortwährend kleine Verschiebungen erleidet. Dann erfordert die Aufrechterhaltung der starren Streckung der Arme eine angestrengtere Arbeit der Armmuskeln.

Stützeln und Stützhüpfen.

Diese Arbeit wird zu einer starken Belastung, so daß die Armmuskeln leicht versagen und der Arm im Ellenbogengelenk einknickt, wenn der Körper im Streckstütz auf den Barrenholmen fortbewegt werden soll. Dies kann geschehen mit ganz kurzen Lüften und Vorwärtssetzen abwechselnd der einen oder der anderen Hand (Stützeln) oder mit einer Art hüpfender Vorwärtsbewegung beider Arme zugleich (Stützhüpfen). Nicht nur die Armmuskeln werden hierbei stark in Anspruch genommen, sondern vor

allem auch die haltenden Muskeln des Schultergürtels. Ebenso erfährt die Handwurzel einen sehr starken Druck. Nur bei entsprechender Übung und kräftiger Entwicklung der betreffenden Muskeln ist es möglich, diese Übung unter Bewahrung guter Haltung, ohne Einsinken des Körpers zwischen den Schultern und ohne Einknicken der Arme auszuführen. Dies wird viel zu wenig beachtet und oft genug wird diese Übung Schülern vor dem 14. oder 15. Lebensjahr, sowie Mädchen zugemutet, die nicht imstande sind, das Stützeln oder Stützhüpfen anders als in der Fig. 402 abgebildeten schlechten Haltung auszuführen — und in solchem Falle ist die Übung mehr schädlich als nutzbringend. Noch mehr gilt dies vom

Knickstütz oder Beugestütz.

b) Knickstütz oder Beugestütz. In den Knickstütz gelangt man aus dem Streckstütz durch Beugung der Arme im Ellbogengelenk, während die Unterarme möglichst senkrecht am Barrenholmen aufstehen bleiben. Zur Tragung des Körpers sind die den Schultergürtel haltenden Muskeln energisch zusammengezogen; von den Armmuskeln ist vor allem der dreiköpfige Strecker stark belastet. Erst wenn der Winkel des Oberarms zum Unterarm im Ellbogengelenk ein sehr spitzer wird unter entsprechender Senkung des Körpers (tiefer Knickstütz), findet eine Entlastung des dreiköpfigen Armstreckers dadurch statt, daß der Oberarmkopf gegen die Schulterhöhe, der Kronenfortsatz der Elle gegen die vordere Oberarmgrube über dem Ellenbogengelenk anstößt und beide hier festen Widerstand finden.

Fig. 403. Knickstütz. Br der gedehnte große Brustmuskel.

Das Schulterblatt strebt, sich von seiner Auflagerung auf den Brustkorb abzulösen und muß durch die Spannung derjenigen Muskeln, welche es an den Brustkorb andrücken, insbesondere des großen Sägemuskels, festgehalten werden.

Das Gleichgewicht ist, wie bei allen Hangübungen, ein stabiles, da der Schwerpunkt unter dem Unterstützungspunkte liegt. Die Schwerlinie geht durch die Mitte der queren Linie, welche die festen Stützpunkte der Hände miteinander verbindet.

Die gesamte Haltung beim Knickstütz ist eine gezwungene und nicht frei von Nachteilen. Die gezwungene Haltung der Oberarme nach hinten zerrt die Bänder des Schultergelenks. Der Brustmuskel, dessen Ansatz am Oberarm stark nach hinten gerückt ist, erleidet eine heftige, manchmal selbst schmerzhafte Dehnung. Der Zug seiner Fasern — wenigstens der des unteren Teils des Muskels — umschnürt die Brust wie ein starrer über die Brust hinwegziehender Tragriemen. Dadurch wird die Bewegung des Brustkorbs zum Atmen so gut wie gänzlich aufgehoben.

Beim Schwingen des Körpers im Knickstütz wird beim Schwung nach vorne dieser Druck auf den Brustkorb noch verstärkt, während beim Schwung nach hinten der Muskel entspannt wird und der Brustkorb sich lüftet.

X.

Ortsbewegungen.

§ 272. Allgemeines über die Ortsbewegungen des Körpers.

Orts-bewegungen.

Die außerordentlich verschiedene Art, wie die Tiere auf der Erde, im Wasser, oder in der Luft ihren Körper fortbewegen, und die mechanischen Einrichtungen, mittels derer diese Leistungen vollbracht werden, sind wohl geeignet, unser lebhaftes Interesse wachzurufen. Borelli hat in seinem klassischen Werke „De motu animalium“ (1680) etwa auf folgende Weise die verschiedenen Arten der Fortbewegung anschaulich zu machen versucht.

Auf einem Teiche stehe unbeweglich ein Kahn. Wünscht der in dem Kahne sitzende Mann zu fahren, so muß er irgend einen Stützpunkt suchen, um sein Fahrzeug in Bewegung zu bringen.

Hat er eine lange Stange, so kann er diese ins Wasser tauchen, bis er damit auf den Boden gelangt. Macht er nun eine Bewegung in dem Sinne, als ob er den Boden mit seiner Stange zurückstoßen wollte, so wird sich das Boot in entgegengesetzter Richtung fortbewegen.

Ist die Stange am Ende mit einem Haken versehen, so kann der Schiffer einen Stützpunkt auch in der Weise gewinnen, daß er seinen Boothaken an einem Baum, festen Stein, Ring in der Mauer u. dergl. einhakt und nun an der Stange so zieht, als ob er den Gegenstand, an dem er festgehakt hat, zu sich herüberziehen wollte. Da dieser aber fest ist, so ist es allein das Boot, welches nach dem Stützpunkt hin sich vorwärtsbewegen wird. Damit haben wir also zwei entgegengesetzte Arten des Stützes an festen Gegenständen: Das eine Mal sucht man den Stützpunkt zurückzustoßen, das andere Mal ihn heranzuziehen. Erreicht wird in beiden Fällen dasselbe.

Ist nun aber der See zu tief, um mit der Stange den Boden zu erreichen, und ist das Ufer zu fern, um sich dort an einen Gegenstand festzuhaken, so kann das Wasser selbst als Stützpunkt dienen. Der Schiffer sucht mittels eines Ruders das Wasser hinter sein Boot zurückzuwerfen; das Wasser weicht zwar diesem Anstoß aus, der Kahn erhält aber doch eine Bewegung nach vorn, also in entgegengesetzter Richtung.

Die Kraft, mit welcher jedesmal das Boot fortbewegt wird, ist die des Schiffers. Sie äußert sich also in dem Sinne, daß sie entweder zwei Punkte einander nähern, oder voneinander entfernen will. Beide Mal kann der eine Punkt fest, der andere beweglich sein, dann wird also nur der bewegliche seinen Platz ändern.

Oder es sind beide beweglich. In dem Falle wird gemäß der ungleichen Beweglichkeit der beweglichere Punkt seinen Platz mehr ändern als der minder bewegliche.

Darnach können wir folgende Arten der Fortbewegung unterscheiden:

Fortbewegung auf dem Boden mit Abstoßen vom Boden.

1. Fortbewegung auf dem Boden mit Zurückstoßen des Bodens im entgegengesetzten Sinn oder Abstoßen vom Boden: Gehen, Laufen, Springen.

Voraussetzung für diese Bewegungen ist, daß der Boden fest sei und der Fuß genügend Reibungswiderstand auf dem Boden finde. Auf ganz glattem Boden – Glas oder frisches Eis – ist unmöglich zu gehen, zu laufen oder zu springen. Die der Bewegung dienenden Glieder, die Beine, sind zusammengesetzt auf beweglichen Hebeln, und können ihre Gesamtlänge ändern durch Beugung oder Streckung. Stemmt das gebeugte Bein gegen den Boden mit seinem unteren Ende, um sich zu strecken, so kann dies, da der Boden fest ist und Reibungswiderstand leistet nur so geschehen, daß das obere Ende, welches den Körper trägt, unter Verlängerung des Beines eine vom Boden entferntere Lage erhält. Damit wird also der Körper fortbewegt. (Fig. 404.) Eine einfache Veränderung im Winkel, den das bewegende Glied mit dem Körper bildet, sowie eine Veränderung in den Winkeln, welche die Teile des bewegten Gliedes unter sich bilden, sind mithin die letzten Ursachen solcher Art von Fortbewegung auf dem Boden. Es handelt sich um die Streckung vorher gebeugter Gelenke.

Fig. 404. Schema der Streckung im Knie- und Hüftgelenk. Der Punkt a (Schwerpunkt) wird nach a_1 fortbewegt.

2. Fortbewegung am Boden oder an einem andern festen Gegenstand mit Anhängen eines Teiles des Körpers an einen festen Punkt und Nachziehen der Masse des Körpers: Kriechen und Klettern.

Die vorderen Glieder suchen einen Stütz an einem außen gelegenen festen Punkt, hängen sich dort an, und ziehen, indem sie sich durch Beugung verkürzen, den übrigen Körper nach. Das hintere Glied setzt sich in der neu errungenen Lage fest, und die Vorderglieder, frei geworden, suchen einen neuen Stützpunkt usw. Hier handelt es sich also um die Beugung vorher gestreckter Gelenke.

Fortbewegung in Wasser und Luft.

3. Fortbewegung in Wasser und Luft.

Die Fortbewegung im Wasser ist bei den Wassertieren eine außerordentlich mannigfaltige: Rudern mit Schwimmfüßen oder Flossen; schraubenartige Bewegung mit Räderorganen; Ausstoßen von Wasser usw. Für den Menschen kommt lediglich das der Ruderbewegung ähnelnde Zurückdrängen des Wassers mittels der Flächen der Fußsohlen, Schenkel, Arme und Handteller beim Schwimmen in Betracht.

Für die Fortbewegung in der Luft fehlen dem Menschen die Organe. Der Versuch, solche künstlich zu ersetzen und mittels der menschlichen Muskulatur in Bewegung zu bringen, ist bisher noch nicht ganz gelungen.

Fortbewegung mit mechanischen Hilfsmitteln.

Die Fortbewegungsarten mit besonderen künstlichen Hilfsmitteln, wie mit dem Fahrrad auf festem Boden, dem Ruderboot auf dem Wasser, Schlittschuhen auf dem Eise, Schneeschuhen auf Schnee usw. sind noch besonders anzuführen. Im Grunde genommen lassen sie sich auf dieselben mechanischen Gesetze zurückführen, auf welchen auch die natürlichen Fortbewegungsarten beruhen.

Das Gehen.

Das Gehen.

§ 273. Begriff des Gehens.

Unter Gehen verstehen wir diejenige Fortbewegungsart des Körpers auf ebenem Boden, welche durch abwechselnde Tätigkeit der beiden Beine in der Weise ausgeführt wird, daß der Körper niemals den Stütz am Boden ganz verläßt. Dadurch unterscheidet sich das Gehen von den Fortbewegungsarten des Sprungs und des Laufs, bei welchen der Körper stets während einer gewissen Dauer der Bewegung nicht unterstützt ist und frei fliegt.

Besondere Arten des Gehens sind das Gehen auf aufsteigendem (Steigen) und auf absteigendem Boden (Absteigen).

Unter natürlichem Gehen verstehen wir diejenige Gangart, bei welcher der Körper mit möglichst geringem Kraftaufwand und mit fast gleichbleibender Geschwindigkeit über einen ebenen Boden fortgetragen wird.

§ 274. Die Bewegung beim Gehen.

Bewegung beim Gehen.

Die Fortbewegung beim Gehen kommt dadurch zustande, daß zwei in entgegengesetzter Richtung gebogene Gelenke: das Knie- und das Sprunggelenk, gestreckt werden. Diese Streckung erzeugt aus einem im Winkel gebogenen Stabe, dem Bein, einen geraden — also wesentlich längeren Stab. Auf dieser plötzlichen Verlängerung des tragenden Beins beruht das Vorwärtsschieben des Rumpfes. Der so vorwärts geschobene Rumpf würde nach vorne fallen, wenn nicht gegen das Ende der Bewegung das andere, nicht belastete Bein eine Stütze gegen das Fallen darböte. Die beiden Beine wechseln mit dem Tragen und Bewegen der Last ab.

Wir nennen das den Körper tragende, auf den Boden aufstützende Bein das „Stützbein", das andere untätige das „Hangbein".

Stützbein und Hangbein.

Gehen wir von dem nachstehenden Schema (Fig. 408) des menschlichen Ganges nach O. Fischer aus. Es ist auf Grund eingehendster, mit allen Hilfsmitteln der Neuzeit ausgeführten Untersuchungen hergestellt, und berichtigt in wesentlichen Punkten die früheren Darstellungen, namentlich auch die der Gebrüder Weber (s. u.). Dies Schema stellt die Bewegungen des Beinskeletts während eines Doppelschritts dar. In der hier gegebenen Nachbildung ist das linke Bein dunkler, das rechte heller getönt. Während des ersten Schritts ist das linke dunkel getönte Bein Stützbein, das rechte helle Hangbein. Umgekehrt ist beim zweiten Schritt (11 — 20) das rechte Bein Stütz-, das linke Hangbein. Die letzte Stellung 21 entspricht genau der Anfangsstellung 1, d. h. in 21 beginnt der Doppelschritt von neuem.

Zu Beginn des dargestellten Doppelschrittes in 1 hat das linke Bein mit der Ferse den Boden erreicht und schickt sich an, die Körperlast zu übernehmen; das rechte Bein befindet sich auch auf dem Boden (Doppelstütz), den es aber nur noch mit der Zehenspitze berührt, um ihn gleich darauf (in 2) zu verlassen. Es schwingt nämlich unter anfänglich stärkerer Beugung (2 — 5) und nachfolgender Streckung im Kniegelenk pendelnd nach vorne, derart, daß am Schlusse dieser Pendelbewegung (in 10) der Fuß des Gangbeins gerade soweit vor den Fuß des Stützbeins gelangt ist, als er bei Beginn der Bewegung in 1 hinter demselben stand.

Pendelschwingung des Hangbeins.

Währenddem hat das linke, das Stützbein, um den Rumpf vorwärts zu bewegen, eine Streckung im Kniegelenk ausgeführt (1 — 9).

Tätigkeit des Stützbeins.

Fig. 405. Bewegungen der Beine bei einem Doppelschritt. Die Glieder des linken Beines dunkler getönt. — Nach O. Fischer.

Diese Streckbewegung trägt nicht nur den Schwerpunkt des Rumpfes — wie die Bewegung der Oberschenkelköpfe in der Figur ergibt — nach vorwärts, sondern erteilt ihm auch eine Bewegung nach aufwärts (senkrechte Schwankung), welche in der Mitte des Schrittes, in 5 und 6, wo das Stützbein den Schwerpunkt senkrecht über den stützenden Fuß gebracht hat, ihren Gipfel erreicht. Beim Weitertragen des Schwerpunktes nach vorne, über diese Senkrechte hinaus, senkt er sich wieder (7 — 10), um am Ende des Schrittes den tiefsten Stand zu erreichen. — Gleichzeitig hatte der Fuß des Stützbeins zunächst von der Ferse aus (2 — 5) die ganze Fußsohle auf den Boden niedergesetzt, dann unter Streckung im Fußgelenk mit der Ferse zuerst begonnen, den Boden wieder zu verlassen, so daß der Fuß des Stützbeins erst noch mit dem Ballen, zuletzt (8 — 13) nur noch mit der Zehenspitze auf den Boden aufstemmt, um dann schließlich mit Beginn des neuen Schrittes in 11 den Boden ganz zu verlassen. Diese Art des Abstemmens des Fußes von der Ferse hin zur Zehenspitze nennt man das „Abwickeln" der Fußsohle. Es vollzieht sich unter kräftiger Streckung des Fußgelenkes mit gleichzeitiger Beugung im Kniegelenk.

Niedersetzen und Wiederabwickeln der Fußsohle.

Nachdem so ein Schritt vollendet ist, wiederholt sich dieselbe Reihe von Bewegungen (11 — 20), nur daß jetzt das bisherige Stützbein zum Hangbein wird, und umgekehrt. — Die bezeichnenden Bewegungen beim Gang des Menschen sind also: Vorschwingen des einen im Kniegelenk sich beugenden Beines; Niedersetzen des Fußes mit der Ferse zuerst; Wiederabwickeln der Fußsohle von der Ferse hin zur Fußspitze; Abstemmen des Beines vom Boden mit der Füßspitze unter gleichzeitiger Streckung des Knies und Bewegung des Schwerpunktes nach vorwärts mit jedesmaliger leichter Hebung des Schwerpunktes, der entsprechende Senkung folgt. —

Im Jahre 1836 veröffentlichten die Gebrüder W. und E. Weber in Göttingen ein Werk: „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge", welches in grundlegender Weise die mechanischen Verhältnisse beim Gehen klarzustellen suchte. Die Ergebnisse dieser klassischen Untersuchungen galten lange Jahre als unanfechtbare. Die Ausbildung neuer Untersuchungsmethoden, vor allem aber die Anwendung der Augenblicksphotographie eröffneten ganz neue Einblicke in die Vorgänge bei den Bewegungen der Menschen und Tiere. Es waren in Frankreich Marey, Carlet und Demeny, in Deutschland Braune und Fischer, denen wir vor allem eine große Erweiterung unseres Wissens über die Mechanik des Ganges verdanken. Da die von ihnen angewandten Methoden nicht nur für die Erforschung der Gehbewegung, sondern auch für jede andere Art der Fortbewegung, für den Lauf, für den Sprung usw. Anwendung finden, so ist es geboten, auf einzelnes daraus hier näher einzugehen.

§ 275. Die graphische und druckmessende Methode.

Die graphische und druckmessende Methode.

Die graphische Methode sucht in Form von Kurven die Dauer der einzelnen Bewegungsvorgänge, ihre Aufeinanderfolge, ihren Umfang, und das Maß der aufgewendeten Kräfte darzustellen. Wir haben sie bei der Muskellehre bereits kennen gelernt.

Um den Druck, welchen die Füße bei Anstemmen gegen den Boden ausüben, zu messen, erfand Marey das druckmessende oder dynamographische Schuhwerk. In die hohle Sohle eines Schuhes ist eine lufthaltige Kammer eingelassen, welche an der Unterfläche der Sohle mit einer eindrückbaren Platte geschlossen ist. Diese Luftkammer (l Fig. 406) steht durch einen Schlauch in Verbindung mit einer zweiten Luftkammer (L Fig. 408), welche mit einer dünnen Membran geschlossen ist. Wird die Luftkammer des Schuhs durch Druck gegen die Sohlenplatte (also beim

Das druckmessende Schuhwerk.

Auftreten) zusammengedrückt, so entweicht ihre Luft durch den Schlauch in die Luftkammer L, und wölbt die dünne elastische Membran, welche diese Kammer schließt, in die Höhe. Ist nun auf dieser Membran ein kleiner Fortsatz so angebracht, daß er nach oben an einen Schreibhebel (H Fig. 408) stößt, welcher äußerst lose und beweglich ist, so wird dieser Schreibhebel bei Anwesenheit von Druck und Empor-

Schreibvorrichtung des Apparates.

Fig. 406. Mareys dynamographischer Schuh.

Fig. 407. Luftkammer des Mareyschen Apparates mit zuführendem Schlauch und Schreibhebel.

wölben der Membran gehoben, während er bei Abwesenheit von Druck sich wieder wagerecht stellt (Fig. 407).

Schreibt nun dieser Schreibhebel seine Bewegungen auf eine Tafel oder auf die Fläche einer rotierenden Trommel (Sr Fig. 408) auf, welche der Hebel mit seiner Spitze leicht berührt, so erhalten wir eine bestimmte Kurve.

Deutung der Kurve.

Diese Kurve gibt uns nun über eine Reihe von Verhältnissen Auskunft. In der umstehenden Fig. 409 (nach Carlet) sind die mittels eines solchen Mareyschen Apparates aufgezeichneten Kurven für den rechten (R) wie für den linken (L) Fuß gleichzeitig beim Gehen aufgenommen. Der tiefste Stand jeder dieser beiden Kurven entspricht einem Druck der = 0 ist, d. h. er gibt die Zeit an, während welcher der betreffende Fuß vom Boden frei in der Luft pendelt. Der höchste Stand der Kurve gibt den höchsten Druck an, welchen der aufgesetzte Fuß des Stützbeins auf den Boden ausübt im Moment des Abstoßens vom Boden. Dieser Druck setzt sich zusammen aus dem Körpergewicht, welches den abstemmenden Fuß belastet, sowie aus der Kraft, mit welcher die Streckmuskeln des Fußes gegen den Boden anstemmen. Da sich leicht ermitteln läßt, wie groß der Ausschlag ist, welchen das Körpergewicht für sich allein mittels der Luftkammern und des Schreibhebels erzielt, nämlich die Teilhöhle a b in der gesamten Kurvenhöhe a c in Fig. 409, so ist auch zu ersehen, ein wie großer Teil der aufsteigenden Kurve (und zwar das Stück b c der Höhe a c) auf die Wirkung der Muskelkraft bei jedem Schritt zu rechnen ist. Und da das

Fig. 408. Durchmessendes Schuhwerk nach Marey mit Registrierapparat. L Luftkammer; H Schreibhebel; Sr rotierende Trommel.

Bestimmung des Muskeldrucks auf den Boden.

Gewicht des Körpers nach Kilogrammen bekannt ist, so läßt sich aus dem Verhältnis der auf Körpergewicht und auf Muskeldruck entfallenden Abschnitte der senkrechten Kurvenhöhe annähernd feststellen, nach wieviel Kilogramm der auf den Boden bezw. auf die Sohle wirkende Muskeldruck zu bemessen ist. Man ersieht an den beiden Kurven ferner, daß in dem Zeitpunkt, wo die Kurve des rechten Fußes, R, bei 1 angelangt ist, und gerade den stärksten Druck auf den Boden anzeigt, gleichzeitig die Kurve des linken Fußes, L, die Nullinie des Druckes verläßt, das heißt: der linke Fuß erreicht wieder den Boden mit der Ferse. Und während von 1 bis 3 die Kurve L stark steigenden Druck anzeigt, zum Ausdruck dessen, daß der linke Fuß auf dem Boden sich von der Ferse bis zur Spitze abwickelt, zeigt die Kurve R abnehmenden Druck: der rechte Fuß verläßt den Boden, und zwar in 3, wo die Kurve R die Nullinie des Druckes erreicht.

Ausdruck der gleichzeitigen Gangbewegungen des rechten und linken Fußes in der Kurve.

Fig. 409. Druckkurve des Ganges nach Carlet. R Kurve des rechten, L des linken Fußes.

Fig. 410. Druckkurve des Ganges nach Marey mit zeitmessenden Wellenschwingungen. R Kurve des rechten, L des linken Fußes. o Nullinie des Druckes. a b Doppelstütz.

Die Zeit aber von 1 bis 3, während welcher der eine Fuß in 1 den Boden erreicht, während der andere sich anschickt, ihn zu verlassen, was bei 3 geschehen ist, nennen wir die Zeit des **Doppelstützes**, also diejenige Zeit beim Gehen, während welcher beide Füße den Boden berühren. Diese Zeit des Doppelstützes wird um so kleiner, je eiliger der Gang ist, d. h. je unmittelbarer die Körperlast von dem einen auf den andern Fuß übertragen wird. Beim schnellsten Eilgang wird sie beinahe = Null.

Doppelstütz.

Zur Zeitmessung brachte Marey mit der auf den Schreibhebel wirkenden Luftkammer noch eine **Stimmgabel** in Verbindung, welche genau zehnmal in der Minute schwingt. Durch Übertragung ihrer Schwingungen auf die Bewegung des Schreibhebels gibt sie der gewonnenen Kurve eine wellenförmige Gestalt derart, daß jede Welle den Zeitraum von 1/10 Sekunde darstellt (s. Kurve Fig. 410). Aus solchen Kurven ist mithin auch die Zeitdauer eines jeden Teils der Bewegung ersichtlich. —

Zeitmessung.

Fig. 411. Druckkurve des Ganges nach Marey mit gleichzeitiger Angabe der senkrechten und der horizontalen (von rechts nach links) Schwankungen des Beckens. R Kurve des rechten, L des linken Fußes. Sh die senkrechten Hebungen oder Schwankungen des Beckens beim Gehen. Sv die Bewegungen des Beckens in wagerechter Richtung.

In ähnlicher Weise wie die Druckwirkungen der Füße lassen sich die in **senkrechter Richtung** beim Gehen erfolgenden Bewegungen des **Kopfes** und des **Beckens** aufzeichnen. Fernerhin die Bewegung des **Beckens** in **wagerechter**

Darstellung der Bewegungen des Kopfes und des Beckens.

Richtung. Indem man letztere Kurven unmittelbar mit den Druckkurven der Füße zusammenstellt, erhält man mit einem Blick für jeden Augenblick einer Gang- oder Laufbewegung Rechenschaft über die gleichzeitige Lage dieser Körperteile (s. Fig. 411).

§ 276. Die photographische Methode.

Eine wesentliche Ergänzung zu der aufzeichnenden Methode für die Bewegungs- und Druckverhältnisse bei den Fortbewegungen des Körpers bildet die Anwendung der Photographie. Die Möglichkeit, mittels der Augenblicksphotographie nicht nur irgend einen einzelnen Augenblick selbst der flüchtigsten Bewegung klar und scharf im Bilde festzuhalten, sondern auch in einer ganzen Reihe von Bildern hintereinander den Verlauf einer Bewegung in ihren einzelnen Phasen darzustellen, gewährt für die Kenntnis der Bewegungen des menschlichen Körpers unschätzbare Anhaltspunkte und ist zu einem Untersuchungs- und Anschauungsmittel ersten Ranges geworden. In Deutschland haben auf diesem Gebiete das Hervorragendste geleistet der bekannte Photograph O. Anschütz in Lissa und Berlin, sowie Prof. Dr. Kohlrausch in Hannover. Einer Anzahl von Reihenaufnahmen nach Kohlrausch und Anschütz werden wir weiter unten noch begegnen.

Mareys Aufnahmen.

In Frankreich war es der 1906 verstorbene Prof. M. Marey, welcher in seinem Institut zu Boulogne-sur-Seine die Augenblicksphotographie auf geniale Weise zum Studium der Physiologie der Bewegungen nutzbar machte. Während Muybridge, Anschütz, Kohlrausch, Londe usw. von jedem Augenblick einer Bewegung ein besonderes Bild geben, so daß die ganze Bilderreihe im Schnellseher oder Lebensrad sich zu einem einzigen beweglichen Bild der darstellenden Bewegung wieder vereinigen läßt, versuchte Marey die verschiedenen fortschreitenden Stellungen einer Versuchsperson auf einer Platte zu vereinigen.

Er kleidete seine Versuchspersonen ganz weiß und ließ sie vor einem schwarzen Hintergrund sich bewegen. In anderen Fällen kleidete Marey die Versuchsperson ganz schwarz, und nähte weiße Metallstreifen und -punkte an Kopf, Gliedmaßen und Gelenke. So entstanden Darstellungen wie die unten beim Lauf in Fig. 451 gegebene.

Braune und Fischer nahmen bei ihren Versuchen an Stelle solcher Metallstreifen mit verdünntem Stickstoffgas gefüllte Geißlersche Röhren, welche beim Durchströmen von Elektrizität die Gliedmaßen und Gelenke im Halbdunkel als hell leuchtende feine Streifen und Punkte anzeigten. Von der derart ausgerüsteten Versuchsperson wurden während des Gehens von beiden Seiten her mit vier Apparaten gleichzeitig Reihenaufnahmen gemacht, und zwar je 26 in der Sekunde. Die so erhaltenen Aufzeichnungen bilden die denkbar vollkommenste Grundlage zur genauen mathematischen Berechnung aller Bewegungsvorgänge beim Gehen. Für jeden noch so flüchtigen Augenblick der Bewegung sind die Achsen der Gliedmaßen, die Winkel der Gelenke, die Gelenkmittelpunkte mit unbedingter Sicherheit auf die Platte gebannt (Fig. 412).

Druck des Fußes auf den Boden beim Gehen.

§ 277. Der Druck des Fußes auf den Boden.

Die bewegende Kraft beim Gehen besteht in der Tätigkeit der Streckmuskeln des Schenkels, des Unterschenkels und des Fußes. Die Geraderichtung des gebeugten Beines durch die Strecktätigkeit vollzieht sich unter Stemmen gegen den Boden nach unten und Heben des Körpers nach oben.

Der Umfang der Stemmtätigkeit spricht sich mit aus in der Größe des Druckes auf den Boden.

Dauer des Aufstützens der Füße. *Hinkgang*

Die Stützseiten des rechten und des linken Fußes haben gleiche Dauer, so daß also der Körper abwechselnd gleichmäßig sein Gewicht von dem einen auf den anderen Fuß überträgt. Nur beim Hinkgang sind die Stützzeiten verschieden lang: auf dem einen Fuß verweilt der Körper sehr lange, während die Stützzeit des anderen — z. B. wenn das Auftreten mit diesem Fuße schmerzhaft — nach Möglichkeit abgekürzt wird.

Doppelstütz.

Die Zeit, während welcher der Körper von dem einen Fuß nur noch teilweise getragen wird, während er auf den anderen sich eben zu stützen beginnt, wo also Doppelstütz vorhanden ist, beträgt gewöhnlich $^1/_6$ der ganzen Stützzeit. Sie nimmt zu beim Gehen mit stärkerer Belastung sowie bei Ermüdung.

Größe des Druckes.

Die Größe des Druckes beim Anstemmen gegen den Boden geht beim Marsche, nach den Angaben von Carlet, nicht über 20 Kilogramm hinaus, während sie beim Lauf und Sprung weit größer ist. Um die Größe der Kraft in Meter-Kilogrammen zu bestimmen, multipliziert man die gesamte Druckgröße mit der senkrechten Ortsveränderung des Hüftgelenks beim Abstemmen.

Fig. 412. Beinbewegungen eines gehenden Mädchens während eines Schrittes (2—8) nach einer Reihenaufnahme von Muybridge.

Einfluß der Bodenbeschaffenheit.

Die Druckkraft kommt aber nur bei festem Boden der Bewegung voll zu gute. Ist der Unterstützungspunkt beweglich, z. B. bei sandigem oder durchweichtem Boden, so geht ein Teil der Muskelkraft für die Fortbewegung ungenützt verloren. Wenn z. B. jemand beim Gehen auf festem Boden den Körper jedesmal beim Abstemmen um 3 cm hebt, so wird er bei nachgiebigem Boden, auf dem der Fuß bei jedem Schritt 2 cm tief einsinkt, mit derselben Muskelkraft die er auf festem Boden brauchte, den Körper nur um 1 cm heben. $^2/_3$ der Muskelkraft gehen für die Fortbewegung verloren. Dem entspricht die Erfahrung, daß das Gehen im Sand oder auf weichem, kotigem Pfad bedeutend mehr anstrengt und ermüdet, als das Gehen auf fester Landstraße. Bei Berechnung der Arbeitsleistung für Märsche, sowie beim Vergleich von Marschleistungen macht es daher einen großen Unterschied, ob die Wegstrecken festen oder nachgiebigen Boden besaßen.

Senkrechte Erhebung.

Die Wirkungen des Anstemmens gegen den Boden äußern sich weiterhin in zweierlei Bewegungen des Körpers, und zwar in senkrechter Erhebung oder Schwankung bei jedem Schritt, und in einer wagerechten Schwankung bei jedem Doppelschritt.

a) Die senkrechte Erhebung bei jedem Schritt gewahrt man schon leicht, wenn man eine geschlossene Schar, z. B. eine Kompagnie Soldaten, beim Marsch im

gleichen Schritt beobachtet. Man sieht dann, wie im Tempo der Schritte die Masse der Köpfe sich in einem fort wellenförmig hebt und senkt.

Wir sahen oben, daß sich der Schwerpunkt in der Mitte des Stemmens oder Stützens eines Fußes hebt und am höchsten steht in dem Augenblick, wo der Schwerpunkt senkrecht über den stützenden Fuß gebracht ist, und daß er sich senkt in dem Augenblick, wo das Körpergewicht von dem einen auf den anderen Fuß übergeht, also während des Doppelstützes. Bei kleinen Schritten beträgt die Größe der Erhebung ungefähr 1,4 cm. Sie wächst indes mit der Größe der Schritte, jedoch so, daß nicht etwa die höchsten Punkte der Kurve sich mehr heben, sondern so, daß sich die tiefsten mehr senken. Das hat seinen Grund darin, daß je weiter der Schritt

Fig. 413—414. Tiefere Senkung des Schwerpunktes bei zunehmender Schrittgröße. I & II Höchste Erhebung bei Streckung des Stützbeins. I tiefste Senkung bei großem, II bei kleinem Schritt; a b Höhe der senkrechten Schwankung bei großem, a c bei kleinem Schritt.

ist, um so mehr die Beine schiefgestellt sind und um so mehr das Becken, d. h. der Schwerpunkt sich senkt, während die Höhe der Erhebung bei der Streckung des Stützbeins sich gleichbleibt, ob der Schritt länger oder kürzer ist.

Dies gilt indes nur für den aufrechten Gang oder Streckgang mit vollkommener Streckung des Stützbeins. Beim Marsch mit gebeugten Knien, dem Beugegang, bleibt dagegen die senkrechte Erhebung natürlich eine geringere.

Wagerechte Schwankungen.

b) Die wagerechten Schwankungen des Körpers von rechts nach links und von links nach rechts sind zweimal weniger zahlreich als die senkrechten Erhebungen, d. h. auf eine wagerechte Schwankung kommen zwei senkrechte. Im Augenblick, wo der rechte Fuß stemmt, fühlt sich der Körper nach rechts hingetragen, und nach links hin, wenn die Höhe der Stemmbewegung des linken Fußes vorhanden ist (Fig. 412). Diese seitlichen Schwankungen beim Gehen sind bei den verschiedenen Personen sehr verschieden, bei manchen sehr ausgesprochen – wackelnder oder watschelnder Gang –, bei anderen weniger – gerader, selbst steifer Gang. Mit dieser Schwankung von rechts nach links ist, den Bewegungen des Beckens (s. Fig. 416) folgend, auch eine Rumpfdrehung verbunden, welche ebenfalls bei verschiedenen Personen verschieden stark ist und der Gangart eines jeden ein besonderes Gepräge zu geben vermag. Wir nennen die Gewohnheit, beim Gehen den Rumpf stark zu drehen: Gang mit Wiegen in den Hüften.

Rumpfdrehen.

Schwingungen der oberen Gliedmaßen.

c) Anzufügen sind hier noch die Schwingungen der oberen Gliedmaßen beim Gehen. Die Arme machen im entgegengesetzten Sinne zu den Bewegungen

der Beine beim Gehen Pendelschwingungen in der Richtung von vorn nach hinten. Diese Schwingungen helfen den Schwerpunkt des Körpers vom Stützbein auf das Hangbein verlegen.

Vorwärtsbewegung des Körpers.

Die Vorwärtsbewegung des Körpers endlich ist beim Gehen zwar eine andauernde, aber keine gleichmäßige. Sie ist in der ersten Hälfte eines Schrittes — also nachdem ein Fuß angefangen hat, aufzustemmen — kleiner als in der zweiten Hälfte des Schrittes. Entsprechend dem Anwachsen des Druckes auf den Boden, der kurz vor dem Abstoßen am Ende des Stützes am größten ist, wächst auch die Geschwindigkeit, welche dem Körper mitgeteilt wird. — Den unmittelbaren Beweis liefern die mit dem Mareyschen Apparat in Verbindung mit zeitmessender schwingender Stimmgabel gewonnenen Kurven (s. Fig. 410). Während auf die erste Hälfte des Schrittes 4 Schwingungen entfallen (0,4 Sek.), entfallen auf die zweite nur $2^1/_2$ Schwingungen (0,25 Sek.).

L R L R L R

Fig. 415. Die Linie, welche das Becken durch seine wagerechten Schwankungen beschreibt. R rechts; L links. Nach Marey.

Fig. 416. Becken in Bewegung beim Gehen. Das rechte Bein in Stütz, das linke nach vorwärts pendelnd. Nach Tissié.

§ 278. Schrittlänge und Schrittdauer.

Pendelschwingung der Hüftgelenke.

Das Verhältnis von Schrittlänge und Schrittdauer regelt sich sich zum Teil nach den Pendelgesetzen. Bei der Beschreibung des Hüftgelenkes war gezeigt worden, daß das schwebende Bein durch den äußeren Luftdruck im Hüftgelenk vollkommen im Gleichgewicht getragen wird. Der Schenkel kann demnach bei seinen Bewegungen wie ein Pendel ohne Reibung schwingen.

Muskelarbeit beim Schwingen des Hangbeins nach vorn.

Indes erhält selbst beim natürlichen Gang das vom Boden gelöste Hangbein einen Antrieb durch die Beuger des Oberschenkels: Lendenhüftmuskel und Spanner der Schenkelbinde. Diese Muskelarbeit wird um so beträchtlicher je mehr zu weitschrittigem Marsch die Beine „herausgebracht" werden müssen.

Verhältnisse bei verschiedener Körpergröße.

Nach dem Pendelgesetz schwingen lange Pendel langsamer, kurze schneller (in geradem Verhältnis zu den Quadratwurzeln aus den Pendellängen). Große Leute machen längere aber langsamere Schritte, während kleine Leute kurze aber lebhaftere Schritte machen; erstere machen mehr gewichtige, letztere mehr hurtige Bewegungen beim Gehen. Sollen Abteilungen von Leuten verschiedener Größe im Gleichtakte mit gleicher Schrittgeschwindigkeit und gleicher Schrittlänge marschieren, so müssen Mittelwerte hinsichtlich der Schrittlänge und Schrittdauer gesucht werden, welche weder die kleineren Leute zu übermäßig großen und ermüdenden Schritten zwingen,

noch den großgewachsenen Leuten ein überhastetes, kleinschrittiges und daher unbequemes Gehen auferlegen.

Militärische Vorschriften.

Da die Durchschnittsmaße der Truppen bei den verschiedenen Völkern verschieden, so tragen auch die Marschvorschriften dem in etwa Rechnung.

Man rechnet durchschnittlich:

Körperlänge:	Beinlänge:	Fußlänge:	Schrittgröße bei einem Schrittwinkel von 50°	55°	57,5°
1,6 m	0,802 m	0,241 m	0,695 m	0,708 m	0,748 m
1,628 „	0,833 „	0,244 „	0,703 „	0,717 „	0,763 „
1,652 „	0,845 „	0,249 „	0,713 „	0,726 „	0,776 „
1,675 „	0,857 „	0,253 „	0,725 „	0,740 „	0,791 „
1,697 „	0,869 „	0,257 „	0,739 „	0,753 „	0,805 „
1,750 „	0,877 „	0,264 „	0,760 „	0,774 „	0,819 „

Bei der deutschen Armee sind die Vorschriften folgende:

	Schrittlänge:	Schritte in der Minute:	d. i. Schrittdauer:	1 Kilometer in:
1. Gewöhnlicher Marsch	0,80 m	114	0,526 Sekd.	10 Min. 58 Sekd.
2. Sturmmarsch	0,80 „	120	0,500 „	10 „ 25 „
3. Laufschritt	1,00 „	175	0,342 „	5 „ 42 „

Die Schrittlänge von 0,80 m stellten Braun und Fischer bei 103 Soldaten in 220 Gehversuchen als die durchschnittliche beim (natürlichen) Wanderschritt fest. Bei den Vorschriften für den militärischen Marsch in anderen Ländern ist meist eine Schrittlänge von 0,75 m bestimmt.

Günstigste Ausnutzung der Muskelarbeit zu schnellstem Fortkommen.

In Frankreich ist ein Eilmarsch zur Einführung gelangt, welcher die größtmögliche Marschgeschwindigkeit bei verhältnismäßig sparsamstem Aufwand von Muskelanstrengung sichern soll. Die Vorschriften dafür sind:

Schrittlänge:	Schrittzahl in der Minute:	Schrittdauer:	1 Kilometer zurückgelegt in:
0,76 m	150	0,40 Sekd.	8 Min. 40 Sekd.

Günstigste Ausnutzung der Muskelarbeit zu schnellem Fortkommen.

Bei einem Manne, mit welchem im Gehen über eine Strecke von 1542 Meter im Mareyschen Institute Versuche angestellt wurden, ließ sich folgendes feststellen: Schnellmarsch über eine Strecke von 1542 Meter:

Schritte in der Minute:	Schrittlänge in Metern:	Es wurden Schritte gebraucht:	Es wurden Sekunden gebraucht:
120	0,675	2291	1230
130	0,685	2258	1120
140	0,725	2133	987
150	**0,760**	**2035**	878
160	**0,750**	2062	**837**
170	0,730	2119	**785**
180	0,66	2343	841

Danach ist eine gleichzeitige Steigerung der Schrittzahl und der Schrittlänge für den natürlichen Eilgang in aufrechter Haltung nur bis zu einer gewissen Schrittlänge möglich. Bei weiterer Steigerung der Schnelligkeit verkürzt sich der Schritt wieder, da immer weniger Zeit vorhanden ist, um die Vorwärtsschwingung des Beines eine ausgiebige werden zu lassen. Nach obiger Übersicht würde für den Eilgang bei einer Marschschnelligkeit von 150 – 160 Schritt in der Minute die größte Schrittlänge 0,75 – 0,76 Meter sich erreichen lassen, und demgemäß dieses

Tempo das geeignetste sein, um eine gegebene Strecke möglichst schnell und mit möglichst geringem Kraftaufwand zurücklegen zu können, während die absolut größtmögliche Schnelligkeit mit einem Zeitmaß von 170 Schritten in der Minute erzielt wäre. Nur daß in letzterem Falle die Schrittlänge schon wieder kleiner, die Zahl der nötigen Schritte für eine bestimmte Strecke schon wieder größer, die ganze Gangart also viel ermüdender wäre.

§ 279. Arbeitsaufwand und Arbeitseffekt beim Gehen.

Die Feststellung des Arbeitsaufwandes beim Gehen ist nur in annäherndem Maße möglich. Daher weichen die Ergebnisse der Berechnungen nicht unerheblich voneinander ab.

Arbeitsaufwand der Muskulatur beim Gehen.

Die französischen Forscher berechneten den Arbeitsaufwand aus folgenden Einzelwerten für einen 75 Kilo schweren Mann.

1. Senkrechte Erhebung bei jedem Schritt. Bei einem Mittelwert von 4 cm betrüge die hierfür zu leistende Arbeit

$$75 \times 0{,}04 = 3 \text{ mkg}.$$

2. Horizontale Fortbewegung. Sie ist berechnet für eine Marschbewegung von 140 Schritten in der Minute auf 6,1 mkg.

3. Schwingungen der Beine: 0,3 mkg.

Die weiteren Bewegungen — Drehung des Beckens und Rumpfes sowie die Schwingungen der Arme — können als zu geringfügig außer Rechnung bleiben.

Somit betrüge die Gesamtarbeit bei einem Schritt

$$3 + 6{,}1 + 0{,}3 = 9{,}4 \text{ mkg}.$$

Das wäre in der Minute

$$9{,}4 \times 140 = 1316 \text{ mkg Gesamtarbeit}.$$

Demeny berechnet ferner für einen langsameren Gang von 80 Schritten und (75 kg Gewicht) eine Minutenarbeit von 720 mkg; bei einem Geschwindschritt von 180 Schritt in der Minute 3150 mkg.

Einfluß des Beharrungsvermögens auf die Arbeitsgröße.

N. Zuntz weist nun nach, daß die so ermittelten Werte viel zu hoch sind und zwar um mehr als das Doppelte. Der Fehler, welcher um so größer werde, eine je stärkere Geschwindigkeit der Berechnung zugrunde gelegt sei, bestehe darin: daß dem Beharrungsvermögen der einmal in Bewegung gesetzten Masse des Körpers keine Rechnung getragen werde. Nach jeder senkrechten Erhebung erteile bei der nun folgenden Senkung das Körpergewicht der Körpermasse eine gewisse lebendige Kraft, welche der weiteren Bewegung des Schwerpunktes zugute komme. Man darf nicht so rechnen, als ob es bei jedem Schritte, so wie es beim ersten tatsächlich der Fall ist, darauf ankomme, dem ruhenden Körper die Ganggeschwindigkeit jedesmal neu zu erteilen, vielmehr brauchen beim bereits in Bewegung befindlichen Körper nur bestimmte Anteile der Geschwindigkeit für jeden Schritt neu aufgewendet zu werden.

Berechnung des Arbeitsaufwandes aus der Größe des Gaswechsels.

Daß die Größe des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlensäureausscheidung zur Berechnung des Kraftaufwandes bei Bewegungen benutzt werden kann und daß von L. Zuntz mit Hilfe dieser Methode Bestimmungen des Energieumsatzes beim Radfahren wie beim Gehen angestellt sind, ist bereits oben (§ 97) auseinandergesetzt. Diese Berechnungen ergänzen in willkommener Weise die auf Grund der Mechanik der Bewegungen ermittelten Werte und bilden einen Prüfstein für deren Richtigkeit.

Nach den von Zuntz gemachten Angaben würden zur Zurücklegung von 1000 m Weg für ein Kilogramm Körpergewicht aufgewendet

bei 60 m für die Minute	= 1,000 m in der Sekd.	73,60 mkg	mechan. Arbeit
„ 100 m „ „ „	= 1,667 m „ „ „	86,27 mkg	„ „
„ 143 m „ „ „	= 2,183 m „ „ „	143,33 mkg	„ „

Das wären bei 75 kg Körpergewicht

	Zuntz:	Demeny:
1 km in 16 Min. 40 Sek. (langsamer Spaziergang)	5520 mkg	7675,2 mkg
1 km in 10 Min. (gutes Marschtempo)	6470,25 mkg	13160 mkg
1 km in 7 Min. (stärkster Eilschritt)	10749,75 mkg	22260 mkg

Nach der Zuntzschen Berechnung würde also bei einer Marschgeschwindigkeit von 6 km in der Stunde, wie sie bei Turnfahrten häufig angewendet wird, auf die Strecke von 50 km an einem Tage, eine mittelgute Leistung, ein Aufwand an mechanischer Arbeit entfallen von

$$50 \times 6470,25 = 323512 \text{ mkg.}$$

Berechnung von Weisbach.

Eine einfache Formel für die Berechnung des Arbeitsaufwandes beim Gehen hat Weisbach ermittelt. Er setzt für den natürlichen Gang den beim Ausschreiten über eine Strecke S gemachten Arbeitsaufwand gleich dem beim Ersteigen einer Höhe von $^1/_{12}$ S. Ein Mann würde also über einen Kilometer gehend, die gleiche Arbeitsleistung vollbracht haben, als wenn er $^1/_{12}$ km = 83,3 m senkrecht hoch gestiegen wäre. Das ergäbe bei einem Gewicht von 75 kg

über 1 km 6250 mkg.

Die verschiedenen möglichen Marschgeschwindigkeiten sind dabei nicht in Betracht gezogen. Die Formel stimmt aber nach Zuntz annähernd genau für die Marschgeschwindigkeit im deutschen Heere: 114 Schritte zu 0,80 m in der Minute = 1 km in 10 Min. 58 Sek. Hier ist also bei Vergleichsrechnungen diese bequeme Formel gut brauchbar.

Je nach dem Grad der Gewöhnung an eine bestimmte Schnelligkeit beim Gehen, sowie je nach dem Grad der Gewöhnung an Fußmärsche überhaupt, sind die Arbeitssummen bei solchen Marschleistungen übrigens verschieden: mit zunehmender Übung vermindert sich der Kraftverbrauch.

Bei längeren Märschen wächst der Kraftverbrauch für den Kilometer Weg bei eintretender Ermüdung und der daraus sich ergebenden größeren Muskelanstrengung. Inwieweit nachgiebiger — weicher oder sandiger — Boden die Arbeitssumme für die Marschbewegung in sehr hohem Grade zu steigern vermag, ist oben bereits gezeigt. Daß kleine Sehnenverzerrungen, Fußleiden u. dergl., welche den gewohnten halbautomatischen Gang beeinträchtigen, besonderes Aufsetzen des Fußes jedesmal erfordern usw., den Kraftverbrauch beim Marsch oft ganz außerordentlich steigern, ist eine sehr beachtenswerte Beobachtung von Zuntz.

Befähigung des Körpers zu Dauerleistungen in den verschiedenen Fortbewegungsarten.

§ 280. Die Befähigung des Körpers zu Dauerleistungen in den verschiedenen Fortbewegungsarten.

Mögen die mitgeteilten Berechnungen über die Arbeitsleistungen beim Gehen auch noch so unsicher sein: das steht nach alledem fest, daß mittels der Bewegung des Gehens der Körper mit Leichtigkeit und ohne nennenswerte Ermüdung

Arbeitsmengen zu leisten vermag, welche in wenigen Stunden die Höchstsumme dessen erreichen, was der menschlichen Bewegungsmaschine an mechanischer Arbeit während eines Tages zu verrichten überhaupt möglich ist.

In dieser Arbeitssumme, welche ihrerseits entsprechende Stoffumsetzungen in den arbeitenden Muskelmassen bedingt, liegt zuvörderst der Übungswert des Gehens und Marschierens nicht nur, sondern auch anderer in rhythmischem Gleichtakt erfolgenden Fortbewegungsarten des Körpers, wie Steigen, Laufen, Rudern, Radfahren, Schwimmen.

Die Ursachen, welche bei derartigen Dauer- und Schnelligkeitsbewegungen die Anhäufung großer Arbeitsmengen ohne vorzeitige Ermüdung gestatten, sind folgende:

Verteilung der Arbeit auf zahlreiche große Muskeln.

1. Die Arbeit ist auf zahlreiche, und zwar die mächtigsten Muskeln des Körpers verteilt. Die der Bewegung der unteren Gliedmaßen dienenden Muskeln machen allein schon 56% der Gesamtmuskulatur aus. Keinem der beanspruchten Muskeln wird eine Höchstleistung zugemutet, sondern jedesmal nur eine geringe oder mittlere Leistung. Erst die Summierung ergibt den beträchtlichen Arbeitsaufwand.

Rhythmischer Wechsel von Arbeit und Erschlaffung.

2. Alle diese Bewegungsarten haben das gemeinsam, daß sie in rhythmischem Gange erfolgen und daß die nötige Muskelarbeit für jeden beteiligten Muskel in stetem Wechsel von Arbeit und Erschlaffung vor sich geht.

Lage der Beuge- und der Streckmuskeln der Beine.

3. Die Beuge- und Streckmuskeln der Beine arbeiten vermöge ihrer anatomischen Lagerung um die Gelenke unter besonders günstigen Verhältnissen insofern, als jede Bewegung zugleich schon die bei der nächstfolgenden entgegengesetzten Bewegung in Tätigkeit tretenden Muskeln spannt oder dehnt. Die Beugung holt zugleich aus für die nachfolgende Streckung, die Streckung für die Beugung. Für das Hüftgelenk liegen die Strecker hinten (Gesäßmuskeln), die Beuger (Lenden-Hüftbeinmuskel) vorn; für das Kniegelenk liegt umgekehrt der mächtige vierköpfige Strecker vorn, die Beugergruppe hinten; für das Sprunggelenk liegt der Strecker — der Wadenmuskel — hinten, liegen die entgegengesetzt wirkenden Beuger vorne. Dementsprechend liegt der Beugungswinkel des Hüftgelenks nach vorne, der des Kniegelenks nach hinten, der des Fußgelenks wieder nach vorne offen.

Lenden-Hüftbein-Muskel
Gesäß-muskeln
4köpfiger Schenkel-strecker
Beuger des Schenkels
Kniescheibe
Waden-muskel
Vorderer Schienbein-muskel und Grosszehen-strecker

Fig. 417. Lage der Beuge- und Streckmuskeln der Beine (Schematisch).

Bei jeder Beugung in den Gelenken werden die Streckmuskeln gedehnt, bei jeder Streckung die Beuger, und zwar um so stärker, je ausgiebiger diese Bewegungen erfolgen. Diese Einrichtung ist für den leichten und glatten Vollzug des Fortbewegungsmechanismus der Beine von außerordentlicher Bedeutung.

Geübtsein der Beinmuskeln.

4. Die Fortbewegung des Körpers wird meist schon im Alltagsleben so reichlich ausgeübt, und beinahe unbemerkt wird täglich eine so reichliche Arbeitssumme den Bein- und Beckenmuskeln zu leisten zugemutet, daß die Muskulatur der Beine sich stets mehr oder weniger im Zustande des Träniertseins befindet und für Dauerarbeit durchgeübt ist. Die Beinmuskeln arbeiten daher mit sparsamem Stoffaufwand und sind weniger bei Dauerarbeit ermüdbar als etwa die Schulter- und

Armmuskulatur; falls letztere nicht durch handwerksmäßige regelmäßige Tätigkeit ebenfalls auf Dauerleistungen eingewöhnt ist. Daß die Muskulatur der Beine, selbst wenn sie zu außerordentlichen Dauerleistungen befähigt ist, darum nicht überstark an Masse entwickelt zu sein braucht, ist früher schon näher ausgeführt.

Automatie bei der Fortbewegung.

5. Die rhythmisch erfolgenden Muskelzusammenziehungen bei den Fortbewegungsarten des Körpers erfordern dann, wenn nicht in besonders gewollter Weise die gewohnten Fortbewegungsakte jedesmal künstliche Abänderungen erfahren, oder sonstige Umstände, wie z. B. schlechte Beschaffenheit des Weges, kleine Verletzungen und dergl. stetig die Aufmerksamkeit mit den Fortbewegungen verknüpfen, ein äußerst geringes Maß von Nervenarbeit, denn sie erfolgen halbautomatisch. Je geringer aber die Nervenarbeit, und je mehr die Nervenermüdung ausgeschlossen ist, um so weniger wird auch die Muskelarbeit den Gesetzen der Ermüdung unterworfen sein und um so mehr wird die Muskulatur zu Dauerleistungen fähig.

Auftreten beim natürlichen Gang.

§ 281. Das Auftreten beim natürlichen Gang.

Wenn jemand über eine feucht-sandige Fläche, oder mit nassen Fußsohlen über einen trockenen Boden geht, so verbleiben deutliche Sohlenabdrücke auf dem Boden, die Trittspur. Ging der betreffende dabei seinen gewohnten Alltagsgang, so findet man mit höchst seltenen Ausnahmen die in regelmäßigen Abständen wiederkehrenden Fußspuren ausgesprochen nach außen gerichtet. Es rührt dies daher, daß erstens am emporgehobenen gestreckten Bein der lediglich seiner Schwere überlassene Fuß vermöge einer Rollbewegung im Hüft- wie im Kniegelenk etwas nach außen gerollt ist und daß zweitens der äußere Fußrand des ohne Muskelzug lediglich seiner Schwere überlassenen Fußes tiefer steht, entsprechend der Ruhestellung des Fußwurzelgelenks.

Auswärtsrichtung der Füße.

Abwicklung des Fußes.

Infolgedessen vollzieht sich auch die Abwicklung des Fußes auf dem Boden von der Ferse zur Sohle derart, daß zuerst die Ferse ausgesetzt wird — wobei die Fußsohle einen ausgesprochenen Winkel zum Boden bildet —, und zwar mit dem äußeren Fersenrand zunächst. Dann folgt der äußere Fußrand, und nun erst wickelt sich der Fuß, unter Vermittelung der sich spreizenden Mittelfußköpfchen, nach innen zu ab, zu den Mittelfußköpfchen der 3. und 2. Zehe und weiter zur Großzehenspitze, von der aus dann die Abstoßung des Stützbeins erfolgt. Dieser Art des Abwickelns der Fußsohle entspricht es, daß bei den meisten Menschen die Absätze der Schuhe am äußeren Rande mehr abschleißen („schief getreten" werden), während an der Fußspitze die stärkste Abnutzung der Sohle in der Gegend des 2. und 3. Mittelfußköpfchens stattfindet.

Fig. 418. Trittspur beim natürlichen Gang.

Für den gewöhnlichen Streckgang ist also die Auswärtswendung der Fußspitzen, weil in dem Bau der Gelenke des Beins und der daran wirkenden Muskeln begründet, eine naturgemäß von selbst erfolgende Bewegung, die keiner besonderen Muskeltätigkeit bedarf.

Anders liegt die Sache beim Beugegang. Ob diese unten noch näher zu beschreibende Gangart eine „natürliche" zu nennen ist, darüber mag man streiten.

Geradeaussetzen der Füße beim Beugegang.

Fig. 419—421. Aufsetzen mit der Ferse beim natürlichen Gang. Nach Augenblicksphotographien.

Sie verdient diese Bezeichnung für den Eilgang wenigstens insofern, als sie hier mit möglichst geringem Kraftaufwand erfolgt. Dagegen entwickelt sich diese Gangart nicht aus dem natürlichen Streckstand des Menschen, sondern verlangt ein vorgängiges Beugen im Sprung-, Knie- und Hüftgelenk mit Vorneigen des Rumpfes, also das Einnehmen einer Stellung, welche weder natürlich noch schön ist.

Schon wiederholt war es den Reisenden aufgefallen, daß die Indianer Amerikas beim Gehen — und sie sind darin bedeutender Leistungen fähig — die Füße geradeaus gerichtet in der Richtung der Gehlinie aufsetzen. Seitdem man darauf aufmerksamer geworden, stellt sich auch für alle möglichen anderen Völkerschaften heraus, daß der gewohnte eilige Gang als Beugegang ausgeführt wird, während der Streckgang mehr bei langsameren Gangarten, die Vornehmheit und Würde ausdrücken sollen, Anwendung findet.

Bei diesem Gang mit gebeugten Knien werden die Füße flach mit der ganzen Sohle gleichzeitig aufgesetzt, und zwar sind sie dabei nicht nach außen, sondern geradeaus nach vorne gerichtet. Dies naturgemäß deshalb, weil bei gebeugtem Bein die Rollung nach außen in Hüft- und Kniegelenk nicht eintritt, sondern nur bei gestrecktem Bein.

Fig. 422. Trittspur beim Beugegang mit Geradeaussetzen der Füße.

§ 282. Natürlicher Schritt und Kunstschritt.

Natürlicher Schritt und Kunstschritt.

Der natürliche Gang erfährt auf mannigfache Weise durch Willensbeeinflussung, durch Temperament, durch vorwiegende Beschäftigung usw. kleinere oder größere Abänderungen. Je mehr er aber der Willkür unterworfen und nach bestimmten Richtungen beeinflußt wird, um so mehr wird er zum Kunstschritt; der Kunstschritt wird ferner zur Gehübung, wenn er bestimmte gymnastische Ziele verfolgt.

Kunstschritt und Gehübung.

Gehübungen können zunächst den Zweck haben, bestimmte Leistungen im Gehen nach Dauer und Schnelligkeit zeitweise zu erzielen. Weiterhin aber, in bestimmter Weise und häufig betrieben, vermögen sie auch den Alltagsgang zu beeinflussen, und prägen ihm ihren bestimmten Stempel hinsichtlich der Körperhaltung beim Gehen, hinsichtlich der Schrittweite, der Schnelligkeit des Fortkommens usw. auf. Der halbautomatisch erfolgende Alltagsgang ist bei einem jeden nach Charakter, Erziehung, Beruf und Lebensgewohnheit verschieden. Anders geht der Arbeiter, der in gebeugter Haltung schwere Arbeit verrichten muß, anders der Landmann, anders der Seemann, der auf dem schwankenden Schiff sich einen breitbeinigen Gang zur Gleichgewichtserhaltung angewöhnt hat. Anders geht der frühere Berufssoldat, anders der behäbige reiche Städter, anders der Packträger, anders der kümmerlich sich durchschlagende kleine Gewerbtreibende. Bei dem einen erfolgt der Gang in unschöner, lässiger, vornüber gebeugter Haltung mit hohem Rücken und eingedrückter Brust, bei dem andern selbstbewußt und breitspurig; bald ist der Gang schiebend oder schleppend, oder zaghaft trippelnd, oder schleifend, oder schlürfend, bald schwerfällig und polternd; bald bestimmt und fest, bald behende, eilfüßig und leicht usw. usw.

Erziehung zu schönem Gang.

Eine sorgfältige gymnastische Ausbildung in stetig betriebenen Geh- und Marschübungen ist aber imstande, zu einem schönen großschrittigen, elastischen und ausdauernden Gehen zu erzielen, und damit einem wichtigen Turnziel Genüge zu leisten. Solche Erziehung zu ausholendem schnellen Gang ist wertvoll im Leben, nicht nur für den eiligen Geschäftsgang, sondern im gesundheitlichen Sinne ganz besonders für die frische, straffe Wanderung zur „Gangerholung". Immer unverdrossen ausholen, auch eine Anstrengung, einen längeren und mühseligen Weg nicht scheuen, um alles Schöne, was die Heimat in Flur und Feld, Wald und Wiese, Berg und Tal beut, zu erwandern, im flotten Vorwärtskommen eine Freude und einen Genuß sehen, das sind Eigenschaften, welche zu den schönsten turnerischen Zierden und Tugenden einer frischen rüstigen Jugend gehören. Zu diesen zu erziehen ist eine schöne Aufgabe wahrer Körper-, Gemüts- und Charakterbildung.

Fig. 423. Ausschreitender Gang aus der straffen Haltung heraus.

Fig. 424. Gang aus bequemer lässiger Haltung heraus.

Entwicklung schönen Ganges aus guter Haltung im Stehen.

Das erste, was zur Erzielung eines schönen ausholenden Ganges notwendig ist, ist eine gute aufrechte Haltung im Stehen. Aus der straffen sog. militärischen Haltung heraus, mit Verlegung des Schwerpunktes auf die Mittelfußköpfchen, so daß die Fersen bereits etwas gelüftet sind, erfolgt weit ausholendes Vor-

setzen eines Fußes zum straffen Marsch so gut wie von selbst. So wie der Rumpf vorgebracht ist, und der Schwerpunkt mit seiner Senkrechten über die Zehenspitze hinaus nach vorne strebt, fliegt auch schon das Hangbein weit heraus, um der vorfallenden Leibeslast neuen Stütz zu bieten, und so fort (Fig. 423).

Gehen aus der bequemen Haltung.

Umgekehrt, wenn von lässiger bequemer Haltung aus gegangen wird, so schiebt sich das Bein noch eingeknickt vor, das hintere Stützbein wird mehr nachgeschleppt, als daß es kräftig abstemmt. Der Schritt fällt klein aus, der Gang erfolgt in langsamerem Zeitmaß. Zwar mit einem geringen Aufwand von Muskelarbeit, dafür aber auch mit schlechtem Vorwärtskommen. Vor allem aber bietet solch bequemes Gehen das Bild des Lässigen, des Schlaffen, des Mangels an frischer Tatkraft und an Zielbewußtsein.

So ist eine gute Haltung im Stehen Vorbedingung auch eines schönen Ganges.

§ 283. Übersicht der wichtigsten Kunstschrittarten.

Übersicht der wichtigsten Kunstschrittarten.

Die verschiedenen Gangarten oder – im Gegensatz zum natürlichen Gang – Kunstschrittarten lassen sich am besten einteilen nach der Art, wie der ausschreitende Fuß auf den Boden aufgesetzt wird. Wir unterscheiden demgemäß:

I. Gehen mit Aufsetzen der Fußspitzen.

a) Reiner Zehengang;
b) Gang mit gestreckter Fußspitze und Niedersetzen der Fußsohle von der Fußspitze aus.

II. Gehen mit Aufsetzen der ganzen Fußsohle gleichzeitig. Wie die Augenblicksphotographie zeigt, schwebt auch bei diesen Gangarten kurz vor dem Niedersetzen zunächst die Ferse über dem Boden, ja berührt diesen auch zuerst, von da ab wird aber mit einem Zug der Fuß zum Boden niedergeklappt.

a) Militärischer Marsch;
b) Sogenannter langsamer Schritt.

III. Gehen mit Aufsetzen der Ferse zuerst und Abwickeln der Sohle nach Art des natürlichen Ganges.

a) Eilgang nach Art des natürlichen Schrittes;
b) Eilgang im Dreitakt oder Dreischritt;
c) Beugegang;
d) Athletisches Schnellgehen.

Alle diese Gangarten werden vorwärts ausgeführt, als der eigentlichen und alleinigen Richtung des menschlichen Ganges. Man kann aber auch, indem man entweder das rechte Bein seitwärts setzt und das linke nachzieht, oder umgekehrt das linke seitwärts setzt und das rechte nachzieht, den Körper seitwärts bewegen, d. h. seitwärts gehen. Ebenso ist es möglich, durch abwechselndes Rückwärtssetzen der wenigstens leicht gebeugten Beine mit Verlegung des Schwerpunkts auf das rückwärtsgesetzte Bein rückwärts zu gehen. Diese Bewegungen werden indes nur gelegentlich ausgeführt, und zählen nicht als eigentliche Gangarten.

Gehen seitwärts und rückwärts.

Andere Schrittarten.

Das deutsche Turnen zählt noch eine Reihe von Gang- und Schrittarten, wie den Stampfgang, das Gehen mit Knieheben, mit Beinspreizen, mit Nachstellen, mit Übertreten, das Schottischgehen, das Wiegegehen, das Schrittzwirbeln, das Kreuzzwirbeln usw. auf. Für die Schulung des schönen, schnellen und ausdauernden Marsches haben alle diese sogenannten Gangarten so gut wie gar keinen Wert.

Eine Anzahl der angeführten Schrittarten ist dagegen wohl geeignet, gefällige und leichte Bewegungen auszubilden, und hat daher wenigstens für das Mädchenturnen einige Bedeutung.

Zehengang.

§ 284. Der Zehengang.

Beim Gehen mit Aufsetzen der Fußspitze statt der Ferse bleiben die Knie möglichst gestreckt. Beim Niedersetzen des ausschreitenden Fußes wird durch starke Streckung im Fußgelenk die Fußspitze soweit abwärts gebogen, daß der Fuß nur mit der Spitze den Boden erreicht. Beim reinen Zehengang bleibt dann das aufgesetzte Stützbein im Zehenstand, der Körper bewegt sich nur auf den Zehenballen weiter. Wegen der Kleinheit der Stützflächen ist der Gang ein sehr unsicherer und hölzerner. Die Beine müssen steif gestreckt bleiben; die Schritte sind sehr klein, da bei größeren Schritten die Gleichgewichtserhaltung schwierig ist. Im gewöhnlichen Leben wird diese Gangart angewendet, wenn man behutsam und möglichst ungehört sich irgendwohin bewegen oder davonschleichen will. Durch die einseitige Betätigung der Streckmuskeln der Beine, welche anhaltend gespannt bleiben müssen, wirkt der reine Zehengang sehr ermüdend. Zeitweilig, am besten im Wechsel mit gewöhnlichem Gang nach je 4 oder 8 Schritten geübt, trägt er zur Kräftigung der Streckmuskeln der Beine und des Rumpfes bei.

Gang mit gestreckter Fußspitze.

§ 285. Gang mit gestreckter Fußspitze.

Das Gehen mit Aufsetzen der gestreckten Fußspitze zuerst ist diejenige Art von Kunstschritt, welche früher in unseren Turnhallen bei den Ordnungsübungen, beim Aufmarsch zu Freiübungen und dergl. bevorzugt wurde.

Niedersetzen und Abstemmen des Fußes.

Bei dieser Gangart wird in gleicher Weise wie beim Zehengang die Fußspitze auf den Boden aufgesetzt. Dann aber wird von der Fußspitze aus der Fuß erst rückwärts – also entgegen der Richtung des Ganges – mit der Sohle auf den Boden niedergesetzt, um sich sodann sofort wieder zum Abstemmen von der eben niedergesetzten Ferse aus zur Großzehenspitze abzuwickeln. Es wird dadurch in die nach vorwärts gerichtete Bewegung eine rückläufige Bewegung eingeschoben. Das ist ein Widersinn (Fig. 425).

Fig. 425. Aufsetzen auf die Fußspitze (I); Niedersetzen auf die Ferse (II); Abstemmen zur Großzehenspitze (III).

Fig. 426.

Die Schritte auch bei dieser Gangart sind kurze, weil das vorschreitende Bein steif gestreckt zu halten ist und die Schenkelköpfe deshalb hoch getragen werden. Die Streckmuskeln werden im Gegensatz zu den Beugern stark angestrengt. Die Gangart erfolgt genau so, als ob unter der Ferse ein sehr hoher Absatz befestigt wäre. Das Gehen mit gestreckter Fußspitze ist deshalb bei längerer Übung auch genau so ermüdend wie das Gehen in Stöckelschuhen (Fig. 426).

Anwendung im Mädchenturnen.

Der Schönheitsbegriff, welcher diesen kleinschrittigen gezierten Gang mit Aufsetzen der Zehenspitzen namentlich im Mädchenturnen zum herrschenden gemacht hatte, entstammt der gleichen verdorbenen Geschmacksrichtung, welche uns auch Stöckelschuh und Schnürleib gezeitigt hat. Gegenüber der ebenso leichten als zweckentsprechenden

ja im mechanischen Sinne wunderbaren Art, wie sich gemäß dem Bau unseres Körpers und vor allem des Fußes der natürliche Gang von der Ferse zur Fußspitze vollzieht, ist dieser tanzmeisterliche Kunstschritt ein gezwungener. Kein Grund ist vorhanden, warum unsere weibliche Jugend nicht auch zu einem sicheren, leichten, ungezwungenen Gang, der größere Strecken ohne Ermüdung in guter Haltung zurückzulegen gestattet, erzogen werden soll. Im Gegenteil, unsere weibliche Jugend bedarf der Gangerholung im Freien mit rüstigem ausschreitendem Gang mindestens so sehr wie die männliche Jugend; brauchen wir doch nur daran zu erinnern, in welch hohem Grade unsere Mädchen an Blutarmut und Bleichsucht leiden. Zur Bekämpfung dieser ist aber reichliche Bewegung in frischer Luft ein unersetzliches Heilmittel.

Mag daher diese Gangart da, wo zeitweise einmal langsam gegangen und kurz getreten werden soll, auch Anwendung finden; mögen unsere Mädchen bei Übung bestimmter Kunstschritte angewiesen werden, die Fußspitze nieder zu strecken. Ungleich wichtiger als die Übung solchen stelzbeinigen Kunstganges ist die Übung freien, natürlichen flotten Gehens, denn solcher Gang ist der schönste, weil er dem Gliederbau des menschlichen Körpers entspricht und in ihm vorgesehen ist.

§ 286. Der militärische Marschschritt.

Militärischer Marsch.

Der militärische Marschschritt, welcher im Parademarsch gipfelt, kennzeichnet sich dadurch, daß bei gestreckter Haltung des Rumpfs und der Beine mit der ganzen Fußsohle gleichzeitig aufgetreten wird.

Das Exerzier-Reglement der deutschen Armee vom 1. September 1888 beschreibt diese Marschart folgendermaßen:

Armeevorschrift.

„Das linke Bein wird leicht gekrümmt und ohne zu schlänkern vorwärts gebracht, die Fußspitze wird ein wenig nach auswärts gebogen, gleichzeitig der Oberleib vorgenommen, und der Fuß ganz flach und leicht in der Entfernung von 80 cm vom rechten Fuß auf den Boden gesetzt. Das Knie wird beim Niedersetzen des Fußes auf die Erde durchgedrückt. Die ganze Schwere des Körpers ruht jetzt auf dem stehenden Fuße. Während der linke Fuß niedergesetzt wird, verläßt der rechte Absatz den Boden, das rechte Bein wird leicht gekrümmt herangezogen, mit der Fußspitze nahe am Boden, doch ohne ihn zu berühren, vorbeigeführt, und der Fuß in der nämlichen Entfernung und auf dieselbe Weise wie der linke niedergesetzt. Der Soldat fährt fort zu marschieren, ohne die Beine zu kreuzen, die Knie mehr als notwendig zu heben, die Schultern zu drehen und den Kopf aus der geraden Richtung zu bringen. Die Arme werden ungezwungen bewegt. Zeitmaß des gewöhnlichen Marsches ist 114, welches in besonderen Fällen beschleunigt werden kann, des Sturmmarsches 120 in der Minute." —

Wert des militärischen Marsches.

Der Wert des militärischen Marsches beruht zunächst in der Größe und Schnelligkeit der Schritte, sowie in der Straffheit der Haltung. Diese Eigenschaften, beim Paradeschritt eingedrillt, übertragen sich dann auch dem eigentlichen Eilmarsch, so daß dieser beim gut einexerzierten Soldaten mit großen schnellen Schritten und in straffer Haltung erfolgt.

Ein weiterer Vorzug des militärischen Marsches mit Aufsetzen der ganzen Fußsohle auf einmal besteht in der dadurch bewirkten Festigkeit des Ganges. Beim ungezwungenen, natürlichen Gang, der durch keine Marscherziehung beeinflußt ist, sind die horizontalen seitlichen Schwankungen des Beckens oft recht groß, so daß bei vielen solcher Gang den unschönen Eindruck des Hin- und Herschwankens und Wiegens

macht. Diese Schwankungen werden beim Marsch ebenso beschränkt wie die leichten Drehungen des Rumpfes. Nicht die Schultern, sondern die Hüften sollen beim schnellen Straffgang vorgebracht werden. Der Rumpf wird gestreckt gehalten, das Kreuz hohl. Die Übertragung des Schwerpunktes von einem auf das andere Bein geschieht nicht, wie beim natürlichen Gang, ununterbrochen, in glattem Zuge unter Vermittlung des Doppelstützes, sondern mehr ruckweise und so, daß das gleichzeitige Aufsetzen der ganzen Fußsohle auf einmal für den übertragenen Schwerpunkt sofort eine breite Unterstützungsfläche bietet. Dieser Umstand bedingt besonders den Eindruck der Festigkeit, welcher dem straffen militärischen Marsch zu eigen ist.

1 2 3

Fig. 427—429. Erziehung des schlaffgehenden Rekruten (1) durch übertreibenden Drill (2) zum ausgreifenden Marschieren (3).

Ermüdung beim militärischen Marsch.

Allerdings bedingt das gleichzeitige Aufsetzen der ganzen Fußsohle auch einen größeren Aufwand von Muskeltätigkeit. Die Fußspitze muß herabgedrückt, der äußere Fußrand gehoben werden. Die plötzliche Übertragung des Schwerpunkts auf den aufgesetzten Fuß unter Durchdrücken des Knies bedingt ferner bei jedem Schritt eine Erschütterung des Körpers. Bei längeren Märschen ist es deshalb gar nicht möglich, den typischen militärischen Marschschritt innezuhalten, die Schrittweise geht dann von selbst in die des natürlichen Marsches über. Der Paradeschritt ist eben nur ein Exerzier- und ein Übungsschritt, aber keine zum Dauermarsch geeignete Schrittart.

Moralische Einwirkung.

Man hat dem militärischen Marsch wie der ganzen Ausbildung des Exerzierplatzes vorgeworfen, daß er alle Selbstbestimmung töte und den Soldaten zu einem willenlosen Automaten mache. Nichts ist verkehrter wie das. Wer nur halbwegs weiß, welche Anforderungen in bezug auf Findigkeit, Umsicht, Geistesgegenwart und Schneidigkeit die heutige Art des zerstreuten Gefechtes, des Vorpostendienstes usw. an unsere Soldaten stellt, der kann diesen Vorwurf unmöglich erheben, falls er einiges Urteil besitzt. Der stramme Marsch im festen Verband gibt aber der Truppe, d. h. jedem einzelnen Mann das Gefühl unerschütterlicher und unwiderstehlicher Angriffskraft. Der Todesmarsch der preußischen Garde vor St. Privat, welche im mörderischsten Kugelhagel unter unnennbaren Verlusten wie auf dem Exerzierplatz in festem Schritt und Tritt vorrückte und den Feind niederrang, glänzt in der Kriegsgeschichte aller Zeiten als Ruhmeszeichen preußischer Marschdisziplin!

Militärischer Marsch auf dem Turnplatz.

Daß auf unseren Turnplätzen die jungen Leute auch nur entfernt eine Marschausbildung erhalten ähnlich der des Heeres, verbietet sich von selbst. Das wäre

eine Verirrung, welche dem Zweck der Leibeserziehung einer frischen freien Jugend widerspräche. Eine andere Frage ist aber die, ob der straffe Marsch mit Aufsetzen der Fußsohle gleichzeitig nicht auch hier als Kunstschritt ab und zu geübt werden sollte. Diese Frage ist zu bejahen – wenigstens für bereits erwachsene Turner. Beim Aufmarsch z. B. zu den Übungen ist solch fester Marschschritt durchaus am Platze. Dabei soll aber unbedingt vermieden werden, mit der Fußsohle gewissermaßen den Boden zu schlagen, sie dröhnend und klatschend aufzusetzen. Abgesehen davon, daß solch Gestampfe eine Unart ist, welche sehr gut vermieden werden kann, ist auch aus anderen Gründen derartiges Aufschlagen des Fußes verwerflich. Es ruiniert das Schuhwerk, bringt namentlich dem Gefüge der Knochen und Bänder des Fußes Erschütterungen bei, welche die Elastizität des Fußgewölbes schwer schädigen können und wirbelt außergewöhnlich viel Staub auf.

§ 287. Der langsame Schritt.

Der langsame Schritt.

Der sogenannte langsame Schritt stellt nichts weiter dar als eine langsam ausgeführte Zerlegung des militärischen Marsches in seine einzelnen Bewegungsmomente. Das ausschreitende gestreckte Bein wird flach auf den Boden gesetzt. Das nachschreitende Bein verläßt unterdessen mit der nach abwärts stark gestreckten Fußspitze den Boden, und bleibt einen Augenblick in dieser Haltung. Sodann wird es als Hangbein langsam nachgezogen, und bleibt gebeugt neben dem Stützbein mit der Fußspitze nach unten über dem Boden schwebend. Der Fuß wird dann vorgeschleudert, wird mit der Sohle der Bodenfläche parallel ebenfalls einen Augenblick schwebend gehalten, und endlich wird das vorschreitende Bein in einem Nu, wobei ihm gleichzeitig das Schwergewicht des Körpers übertragen wird, straff gestreckt niedergesetzt, während das bisherige Stützbein, gestreckt, mit der Fußspitze nach unten den Boden verläßt.

3 2 1

Fig. 430–432. Langsamer Schritt in drei Zeiten mit Stabgriffen.

Diese Übung kann in verschiedenem Zeitmaß geübt werden, mehr in einem Zuge, oder langsam nach Zählen in mehreren Zeiten. Festeste Haltung des Rumpfes mit Vordrängen der Brust, Einziehen des Bauchs, Hochhalten des Kopfes, kräftige Streckung des Beins, energische Zusammenziehung der Gesäßmuskeln namentlich bei der plötzlichen Übertragung der Schwerlast des Rumpfes, sind zum guten Zustandekommen der

Übung unbedingt notwendig. Die Übung zwingt zu guter Haltung, wenn sie auch übertrieben und steif scheint, und richtet den Körper in allen Gelenken des Rumpfs und der Beine auf. Hierin liegt ihr unverkennbarer turnerischer Wert, der durch die gleichzeitige Ausführung von Stab- oder Hantelgriffen noch vermehrt werden kann.

Turnerischer Wert.

Schon oben ist der „langsame Schritt" als treffliche Gleichgewichtsübung zur Kräftigung der das Becken und die Wirbelsäule tragenden und haltenden Muskeln gewürdigt (§ 45). Sein hauptsächlichster Zweck ist jedoch die Erzielung einer schönen aufrechten Haltung beim Marsch, und ein Geschicktmachen der Beine zu ausgreifendem Marschschritt. Mag auch diese Vorübung zum Marsche, mit dem Neuling auf dem Exerzierplatz angestellt, zuweilen mehr wie eine Karikatur anmuten und den Spott herausfordern — um einen Rekruten, der oft von Kind an eine schlechte schlaffe Haltung beim Stehen und Gehen einzunehmen gewohnt war, in kürzerer Zeit zu stets guter strammer Haltung und zu straffem ausgreifenden Marsch zu erziehen, bedarf es eben des entsprechenden Drills.

Eilgang nach Art des natürlichen Ganges.

§ 288. Eilgang nach Art des natürlichen Ganges.

Der einfache natürliche Streckgang wird dann zur Gehübung, zum Kunstgang, wenn er erstens im Gleichmaß nach bestimmtem Takte, zweitens mit bestimmter Schrittlänge und drittens in straffer gerader Haltung auszuführen ist. Er kann endlich auch nach Dauer geübt werden bei Übungs- oder Dauermärschen. Jedenfalls ist für die turnerische Erziehung diese Gangart die eigentliche und wichtigste.

Gehübungen bei früher Altersstufe.

Die Gehübungen sind gleich in den ersten Schuljahren mit Beginn des Turnunterrichts fleißig zu üben. Das Kind geht fast stets mit größerer Spreizweite der Beine als der Erwachsene (breitspuriger). Die Füße werden weit weniger in der Richtung nach auswärts aufgesetzt, sind mehr geradaus, ja manchmal geradezu einwärts mit der Fußspitze gerichtet. Die Schrittlängen fallen sehr verschieden groß aus, sind also unregelmäßig. Namentlich ist beobachtet, daß die linksseitigen Schritte oft länger sind, was auf der kräftigeren Entwicklung der Muskulatur des rechten Beines beruhen mag, indem dieses kräftiger abstemmt, und das linke Bein weiter nach vorn pendeln läßt. — Selbstverständlich kann es sich nicht darum handeln, mit Schülern der ersten Schuljahre regelmäßig förmliche Gang- oder Exerzierübungen anzustellen. Vielmehr kann es nur Aufgabe des Lehrers sein, die erste Gangerziehung mehr in die Form einer spielartigen Bewegung — z. B. Soldatenspielen u. dergl. — einzukleiden, hier aber dann mit einiger Beharrlichkeit zu verfolgen.

Haltung.

Bezüglich der Haltung ist daran festzuhalten, daß im Augenblicke vor Beginn des ersten Schrittes auf den erfolgten Ankündigungsbefehl hin die militärisch-straffe Haltung eingenommen werden soll, unter Verlegung der Schwerlinie auf die Fußballen. Erfolgt sodann der Ausführungsbefehl: „Marsch!", so hat das linke Bein — wenn nicht antreten rechts besonders befohlen ist — augenblicklich herauszufliegen, so daß der erste Schritt sofort in entsprechender Schrittweite erfolgt.

Schrittweite.

Was die Schrittweite betrifft, so kann man sie für den Übungsschritt auf dem Turnplatze nach der durchschnittlichen Fußlänge bestimmen, und zwar derart, daß man für die Altersstufen bis zum neunten Lebensjahre 2,5 Fußlängen, für das 10.—14. Lebensjahr 2,75 Fußlängen, für das 16. und folgende Lebensjahr drei Fußlängen als Mittelmaß nimmt.

Danach würden wir folgende Übersicht erhalten:

Lebensjahr:	Mittlere Körperlänge: (cm)	Mittlere Fußlänge: (cm)	Schrittweite in 2,5 Fußlängen: (cm)	Schrittweite in 2,75 Fußlängen: (cm)	Schrittweite in 3 Fußlängen: (cm)
7	110	17	42,5	–	–
8	116	18	45	–	–
9	121 – 131	19,25	48	–	–
10	126 – 133	20	(50)	55	–
11	130 – 136	20	(50)	55	–
12	133 – 140	21	(52,5)	57,75	–
13	137 – 144	21	(52,5)	57,75	–
14	145 – 149	22	(55)	60,5	–
15	156	23	–	(62,25)	69
16	162	24	–	(66)	72
17	167	25	–	(68,75)	75
18	170	26	–	(71,5)	78

Wenn diese Ziffern auch nicht genau bestimmten Schrittwinkeln entsprechen, was bei der ungleichen Körperlänge der gleichaltrigen Schüler festzustellen keinen Wert hätte, so genügen sie doch als Mittelwerte dem praktischen Bedürfnis zur Erzielung eines gleichmäßigen, schönen und weiten Schrittes. Für die voll Erwachsenen mag dann noch die Schrittweite gesteigert werden auf 85 cm. Eine noch größere Schrittweite (Meterschritt) bedingt derartig tiefe Senkung der Schenkelköpfe, daß der Schritt unschön wird. Solch große Schrittweite zur Anwendung für längere Märsche zu üben, hat wenig Sinn, da sie im Streckgang ausgeführt, beträchtliche Muskelanstrengung erfordert und daher schneller ermüdet.

Schrittgeschwindigkeit.

Die Schrittgeschwindigkeit bei den Gehübungen soll nicht zu klein genommen werden. Es ist im Grunde ein klägliches Schauspiel, wenn man kräftige Turner, welche die kühnsten Übungen am Barren und Reck ausführen, mit langsamen kleinen steifen Schrittchen ihren Aufmarsch nach dem Takt der Musik ausführen sieht. Daß solche Mode aufkommen konnte, beweist, wie sehr die Pflege des Marsches auf vielen Turnplätzen darniederliegt. –

Die Zahl der Schritte in der Minute ist für alle Altersstufen gleichzusetzen und soll für gewöhnlich 120 Schritte in der Minute betragen: Das ist das Zeitmaß für den Sturmmarsch unserer Infanterie. Dies Zeitmaß ist auch für den Lehrer leicht mit der Taschenuhr zu bestimmen und zu kontrollieren; es ist ferner ein gutes Mittelmaß für einen rüstigen und munteren aber nicht überhasteten Gang im Alltagsleben.

Ab und zu soll aber sowohl ein stark verlangsamter wie ein stark beschleunigter Schritt nach lautem Taktbefehl geübt werden und zwar ersterer bis hinab zu 50 Schritten in der Minute, sehr schneller Marsch zunehmend bis zum Geschwindschritt von 150—170 Schritt. Solch schnellster Schritt ist zugleich eine energische Willensübung: denn unwillkürlich möchte der Übende dabei immer wieder in die Laufbewegung verfallen und muß alle Kraft und Selbstzucht zusammennehmen, um im reinen Gehen zu bleiben. Schließlich soll bei solcher Übung dem angestrengten Sturmmarsch der befreiende Sturmlauf (auf ein bestimmtes Ziel hin) folgen.

Eilgang im Dreitakt.

§ 289. Eilgang im Dreitakt.

Der Eilgang im Dreitakt ist ein gewöhnlicher Schnellmarsch, bei welchem nur die Taktfolge der Schritte von der gewöhnlichen abweicht. Es ist die Regel, daß beim taktmäßigen Marsche auf jeden ersten von zwei Schritten ein besonderer Nachdruck gelegt wird. Und zwar wird allgemein jedes Auftreten mit dem linken Fuß kräftiger betont. Wir pflegen im Takt zu marschieren:

Links rechts, links rechts, links rechts, links rechts

◡́ ◡ ◡́ ◡ ◡́ ◡

Die besondere Betonung des jedesmaligen Auftretens links bedarf jedesmal einer besonderen kleinen Willensanregung, während der folgende Schritt rechts so gut wie von selbst erfolgt.

Nimmt man statt dieses Zweitaktes den Dreitakt:

◡́ ◡ ◡ ◡́ ◡ ◡ ◡́ ◡ ◡

so vollzieht sich das markierte Auftreten folgendermaßen:

Links rechts links, rechts links rechts, links rechts links usw.

Hier fallen also auf jeden kräftiger betonten Schritt nicht ein, sondern zwei fast von selbst erfolgende Schritte. Ferner hat dieselbe Hirnseite nicht alle zwei Schritte eine kleine Willensanregung zu geben, sondern erst jeden sechsten Schritt, und eine wohltätige Abwechslung findet in der entsprechenden Tätigkeit für die beiden Gehirnhälften statt.

Wenigstens zieht diesen Schluß der Erfinder der Schrittart Prof. W. Schmoele in seinem Buch: „Makrobiotik und Eubanik" (Bonn 1879; der zweite Teil führt den Titel: Eubanik oder Neue Kunst, schnell und lange zu gehen ohne zu ermüden"). Zur Einübung des Ganges im Dreitakt verfaßte Schmoele zum Ersatz der Musik im $^3/_4$-Takt rhythmische Verse.

So lauten z. B. die ersten Strophen von „Der Turner Pilgerlied" folgendermaßen:

1. **Ein** zwei drei
   Ein zwei drei
   Glückliche
   Pilgerei!
   Heute hier,
   Morgen dort
   Geht es von
   Ort zu Ort;
   Überall
   Nah und fern
   Sieht man die
   Pilger gern.

2. **Über**all
   Bringen sie
   Frohsinn und
   Liebe mit,
   Überall
   Singen sie
   Lustig den
   Zauberschritt
   Ein zwei drei
   Ein zwei drei
   Das ist die
   Zauberei!

Daß tatsächlich durch Gehen in dieser Taktart der Gang sich stark beschleunigen läßt, haben uns Versuche im Schnellmarsch gelehrt. Dabei schien auch uns das Gefühl der Ermüdung geringer zu sein, als bei gewöhnlichem Eilmarsch in gleicher Geschwindigkeit.

§ 290. Der Beugegang.

Der Beugegang.

Unter Beugegang (Marche en flexion) verstehen wir eine Gangart, bei welcher die Beine stets im Kniegelenk gebeugt bleiben; nur während des Abstützens findet eine leichte Streckung des hinteren Beines statt. Der Fuß wird möglichst flach aufgesetzt, der Rumpf wird stark nach vorn geneigt getragen. Die Schritte bei dieser Gangart sind groß und können stark beschleunigt werden.

Vorkommen des Beugegangs.

Es ist schon früher erwähnt, daß solcher Gang mit gebeugten („krummen") Knien bei manchen Völkern als Alltagsgang der gewöhnliche ist, ebenso wie auch der Beugelauf mit gekrümmten Beinen. Und zwar sind das Völkerschaften, welche zum Teil sich durch große Ausdauer im Marsch und Lauf auszeichnen. Auch bei uns sieht man oft Landleute in dieser Gangart ihre Wege zurücklegen. Seit längerem finden in der französischen Armee ausgedehntere Versuche mit dieser Marschart statt, wozu namentlich der Artilleriehauptmann de Raoul, sowie der Militärarzt Dr. Regnault den Anstoß gaben, während in dem Institut von Marey exakte Untersuchungen über die physiologischen Eigenschaften und den Wert dieser Marschart angestellt wurden.

Fig. 433. Ein Moment des Streckmarsches nach Augenblicksphotographie von Marey. Fig. 434. Derselbe Moment wie Fig. 433 im Beugemarsch.
(Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

Die Vorschriften für die Ausführung sind etwa folgende:

Ausführung des Beugemarsches.

Die Ausgangshaltung soll eine ungezwungene sein; der Rumpf ist gerade zu halten, Kopf hoch, die Brust heraus; die Ellbogen sind gebeugt, die Unterarme stehen horizontal. Beim Gehen sind die Knie gekrümmt, so daß der Schwerpunkt gesenkt ist und der Körper kleiner erscheint (bis um 15 cm). Die Füße streifen den Boden, d. h. sie werden nicht höher gehoben, als eben nötig, um über Rauhigkeiten des Bodens weggetragen zu werden. Das Aufsetzen des vorschreitenden Fußes geschieht möglichst flach mit der ganzen Sohle gleichzeitig (tatsächlich erreicht allerdings auch hier die Ferse des vorschreitenden Fußes zuerst den Boden), dabei ganz leicht und geräuschlos. Der Rumpf wird nach vorn geneigt, aber nicht in der Wirbelsäule, sondern auf der Hüftachse; der Rücken bleibt also gerade gestreckt, der Kopf gehoben, die Augen geradeaus. Je mehr der Rumpf geneigt wird, um so größer wird von selbst der Schritt, der mit dem Stütz die vorfallende Schwerlast auffangen soll. Man läßt sich gewissermaßen von seinem Schwerpunkt nachziehen.

Vorteile des Beugemarsches.

Der Beugemarsch unterscheidet sich vom gewöhnlichen Eilmarsch oder Streckmarsch äußerlich zunächst dadurch, daß der Rumpf mehr nach vorn geneigt ist, und daß

Hangbein wie Stützbein stärker gebeugt sind, und zwar ist das Stützbein mehr im Kniegelenk, das Hangbein, im Augenblick wo es den Boden erreichen will, mehr im Hüftgelenk als beim Streckmarsch (Fig. 433 und 434) gebeugt.

Die wesentlichsten hieraus entspringenden Vorteile sind folgende:

Milderung des Stoßes beim Aufsetzen des Fußes.

1. Da das aufsetzende Bein in seinen Gelenken gebeugt ist, so wird der Schock oder Stoß, welcher beim jedesmaligen Auftreten auf den Boden dem Fuß mitgeteilt, und durch das aufstützende Bein auf den Rumpf, d. h. das Becken übertragen wird, gemildert und namentlich durch die Winkelbeugung im Kniegelenk gebrochen. Diese vom aufsetzenden Fuß (der die Fallast des Körpers hemmt) ausgehende Erschütterung überträgt sich beim Streckgang unmittelbar dem Becken, wirkt der Fortbewegung des Schwerpunkts entgegen, und unterbricht also kurz die vorhandene Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung des Beckens, so daß diese jedesmal durch einen neuen Anstoß nach dem Aufsetzen des Fußes dem Körper wieder neu mitgeteilt werden muß. Dazu gehört Aufwand von Muskelkraft, und wenn dieser auch für den einzelnen Moment ein geringfügiger ist, bei einer großen Zahl von Schritten addieren sich solche kleinere Kraftaufwendungen zu einer größeren Arbeitssumme. Indem beim Beugegang diese Erschütterung des Körpers beim jedesmaligen Aufsetzen des ausschreitenden Beines wegfällt oder doch wesentlich abgeschwächt ist, wird also Muskelarbeit erspart.

Geringere senkrechte Hebung.

2. Am wesentlichsten ist aber die Ersparnis an Kraftaufwand dadurch, daß beim Beugemarsch die senkrechten Hebungen des Körpers im Verhältnis zur Schrittlänge und Schrittgeschwindigkeit weit geringere sind als beim Streckmarsch. Die Aufwendung eines Teils der zum Gehen benötigten Muskelarbeit zur senkrechten Erhebung des Körpers bedeutet einen Kraftverlust, da diese Muskelarbeit nicht direkt oder nur zu einem kleineren Teil der horizontalen Fortbewegung zu gute kommt.

Messungen von Marey.

Dieser Kraftverlust ist also beim Beugemarsch ein geringerer. Nachstehende Tabelle gibt die Messungen wieder, welche im Mareyschen Institut bei einer und derselben marschgeübten Versuchsperson aufgenommen wurden, wobei in beiden Marscharten hervorragendes geleistet ist.

Marschart	Schrittlänge des Doppelschrittes	Länge des einfachen Schrittes	Dauer der Schrittzeiten in $^1/_{100}$ Sekunden: ein Doppelschritt	Stützzeit jed. Fußes	Schwingung	Doppelstütz	Kopfhöhe	Senkrechte Schwankung	Mittlere Rumpfneigung zur horizontalen	Umfang der Schwankungen der verschiedenen Abschnitte der unteren Gliedmaßen: Schenkel zum Rumpf	Unter- zum Oberschenkel	Fuß zum Unterschenkel
	m	m	$^1/_{100}$ Sekunden				m	m	Grad	Grad	Grad	Grad
Gewöhnlich. Streckmarsch	1,68	0,84	84	49	35	7	1,70	0,06	85	57	68	40
Beugemarsch . .	2,27	1,135	66	34	32	1	1,54	0,04	75	77	67	71

Von diesen Ziffern sei zunächst die Kopfhöhe hervorgehoben, welche bei derselben Versuchsperson im Streckmarsch 1,70 m, im Beugemarsch nur 1,54 m betrug: der

Kopf erscheint also beim letzteren um 16 cm gesenkt, woraus ein Maßstab für die bei schnellstem Beugemarsch nötige Beugung herzuleiten ist.

Am bemerkenswertesten ist aber die Verminderung der Höhe der senkrechten Hebung, die beim Streckmarsch hier 6 cm, beim Beugemarsch aber nur 4 cm beträgt, also um 2 cm bei jedem Schritt geringer ist. Da nun auch der Schritt beim Beugemarsch ein längerer ist, so ergibt sich daraus folgende Berechnung:

Arbeitsgröße der senkrechten Erhebung.

Marschart	Schrittlänge	Senkrechte Erhebung	Schritte über einen Kilometer	Gesamterhebung des Körpers auf 1 Kilometer Weg	Arbeit für die senkrechte Hebung in kg-M. auf 75 kg Körpergewicht.
Gewöhnl. Streckmarsch	0,84 m	0,06 m	1190,3	71,41 m	5355,75
Beugemarsch . .	1,135 m	0,04 m	881	35,25 m	2443,75

In dem gewählten Beispiel also, bei welchem es sich in beiden verglichenen Marscharten um schnellsten Eilmarsch handelt, beträgt die Arbeitsmenge, welche auf die senkrechte Hebung des Körpers beim Marschieren über einen Kilometer entfällt, für den Beugemarsch noch nicht die Hälfte wie für den Streckmarsch.

Bessere Ausnutzung des Stützes für die Vorwärtsbewegung.

3. Eine weitere Krafterspannis, oder sagen wir b e s s e r e A u s n u t z u n g d e r K r a f t erweist die photographische Reihenaufnahme des Beugemarsches für das Verhältnis zwischen der Arbeit des Stützes und der Lage des Schwerpunktes. Für den

Fig. 435. Der gewöhnliche oder Streckmarsch nach einer chronophotographischen Aufnahme von Marey. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

Streckmarsch ist der höchste Punkt der senkrechten Erhebung, welcher zugleich dem Gipfelpunkt der Arbeit des Stützes oder des Abstemmens vom Boden entspricht, dann vorhanden, wenn der Schwerpunkt die Unterstützungsfläche des stemmenden Fußes passiert, d. h. sich noch s e n k r e c h t über letzterer befindet: in diesem Augenblick findet die volle Streckung des Stützbeins statt. Beim Beugemarsch hat dagegen der Schwerpunkt in diesem Augenblick die Unterstützungsfläche b e r e i t s passiert, und befindet sich schon mehr nach vorwärts von der Unterstützungsfläche. Die Arbeit des Stemmens, d. h. des Streckens des Stützbeins, die sowohl in der Richtung von unten nach oben, wie von hinten nach vorn erfolgt, wird mithin weit mehr der Fort-

bewegung des Schwerpunkts nach vorne in horizontaler Richtung zugute kommen, d. h. die Muskelkraft wird zweckmäßiger und besser im Sinne der Vorwärtsbewegung ausgenutzt (s. Fig. 435 u. 436).

Geringerer Druck auf den Boden.

4. Es ist im Sinne dieses Minderaufwands von Muskelarbeit, daß auch der Druck des stemmenden Beins gegen den Boden beim Beugemarsch ein geringerer ist. Dies erweisen die Kurven des druckmessenden Apparates.

Der Beugemarsch erlaubt also nicht nur große Schnelligkeit des Fortkommens, sondern dies wird auch mit möglichst geringem Kraftaufwand bewirkt. Wer eine Wegestrecke in dieser Gangart durchmißt, staunt über die Leichtigkeit der Fortbewegung.

Schulung des Beugemarsches.

Allerdings gehört eine gewisse Schulung dazu, um diese Gangart richtig auszuführen und ihre Vorteile auszunutzen. Man soll mit kleinen Schritten anfangen, die dann durch stärkeres Vorneigen des Rumpfes allmählich größer und schneller werden. Der erste Kilometer soll mit einer Schnelligkeit von zehn Minuten, der zweite in neun, der dritte in acht Minuten zurückgelegt werden. Letztere Schnelligkeit wird als Mittelmaß dieser Marschart angegeben. Es lassen sich für hinreichend Geübte zwar leicht noch größere Schnelligkeiten, $6^1/_2$—6 Minuten für den Kilometer erzielen, indes ist dann die Fortbewegung im Beugelauf nützlicher. Bei schnellstem Marsch gerät man übrigens schon unwillkürlich in die Laufbewegung.

Fig. 436. Der Beugemarsch nach der chronophotographischen Aufnahme von Marey.
(Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

Bei den eingeübten französischen Truppenabteilungen betrug auch über unebenes Terrain, Sturzäcker u. dergl. die mittlere Schnelligkeit stets noch acht Minuten für den Kilometer. 20 Kilometer wurden so leicht, ohne zu rasten, zurückgelegt. Bei langen Märschen über 50 oder 60 Kilometer dient eine zeitweilige Abwechslung von Beugemarsch und Beugelauf zur Entspannung der Beinmuskeln und vermindert die Ermüdung.

Nach alledem ist für Dauerleistungen im Schnellmarsch der Beugegang sehr zu empfehlen. Die Gangart muß aber entsprechend vorgeübt sein, so daß sie halbautomatisch erfolgt.

Athletisches Schnellgehen.

§ 291. Das athletische Schnellgehen.

Das athletische Schnellgehen (walking) gilt als die schwierigste der Übungen des sogenannten athletischen Sports, der im wesentlichen aus den verschiedenen Übungen des Laufens, Gehens, Springens, Werfens und Gewichthebens besteht.

Kennzeichen des athletischen Ganges.

Die Kennzeichen des athletischen Schnellgehens in seiner klassischen für die englischen Übungsplätze festgesetzten Form sind folgende:

Es wird wie beim natürlichen Gang von der Spitze des nachgestellten Fußes auf die Ferse des vorgestellten Fußes geschritten. Daher die Gangart auch die Bezeichnung „heel and toe", d. h. Hacke und Zeh erhalten hat. Die Beine bleiben soviel als nur irgend möglich gestreckt. Ferner wird beim Vorschwingen eines Beins gleichzeitig Hüfte und Lende derselben Seite stark nach vorn geschoben. Das Schwingen der Arme soll endlich mit jedesmaligem starken Heben der betreffenden Schulter erfolgen.

Ausführung des athletischen Ganges.

Die Ausführung dieser Gangart ist folgende:

Bei der Ausgangsstellung ist der Körper hoch aufgerichtet, der Kopf etwas nach hinten gestreckt; die Ellbogen ruhen an den Seiten, die Unterarme stehen in Beugung wagerecht nach vorne, die Hände sind geschlossen.

Zum Marsch wird das linke Bein gerade gestreckt, den Fuß leicht nach auswärts gerichtet, mit den Fersen zuerst vor das rechte Bein gestellt. Die Schrittweite ist eine beträchtliche. Sie soll von der Fußspitze des hinteren Fußes bis zur Ferse des vorgesetzten Fußes im Mittel etwa eine Elle — 0,914 m betragen. Rechnet man dazu für jeden Schritt noch eine Fußlänge mit 25 cm hinzu, so gibt das eine gesamte Schrittlänge von 1,164 m. Gleichzeitig mit dem linken Bein wird der rechte Arm nach vorn gestoßen, um den Körper nach sich zu ziehen, während der linke Arm balancierend nach hinten geht. Zugleich mit diesem Vorschwingen des Arms wird jedesmal auch die Schulter gehoben und damit der obere Teil der Brust gelüftet. Der rechte Fuß wickelt sich so vom Boden ab, daß in dem Augenblick, wo die Ferse des linken Fußes den Boden erreicht, der rechte Fuß nur noch mit dem Großzeh Stütz hat — also ähnlich wie bei jedem Eilgang. Der Doppelstütz darf mithin nur von verschwindend geringer Dauer sein. Es muß aber bei schnellstem Gehen streng Obacht genommen werden, daß der hintere Fuß nicht schon mit der Zehenspitze den Boden verläßt, bevor der vordere Fuß mit der Ferse den Boden genommen hat, mit anderen Worten, daß kein Laufschritt statt eines Gangschrittes entsteht. Ein solches „lifting" macht bei Wettgehen die Leistung zu einer ungültigen.

Ausübung des athletischen Gehens.

Beim Anüben des athletischen Schnellgehens soll mit ganz besonderer Sorgfalt die Arbeit der Arme, welche wie Hebel wirken, um den Körper vorwärts zu ziehen, gelernt werden. Ebenso wird von vornherein die überaus große Schrittweite geübt. Dagegen wird zunächst die Geschwindigkeit gering genommen: etwa 10—11 Minuten für den Kilometer. Erst wenn der reine Stil der Bewegung dem Übenden vollkommen eingeprägt und halbautomatisch geworden ist, wird über ganz kurze Strecken auch mit größtmöglicher Schnelligkeit geübt.

Einige Höchstleistungen im athletischen Schnellgehen.

So wird allmählich das Ziel erreicht: große Schritte in staunenswert schnellem Zeitmaß erfolgen zu lassen. Nehmen wir die angeführte Schrittgröße von 1,164 m als Mittelmaß an, so berechnet sich die Schrittgröße bei einigen feststehenden Höchstleistungen im Schnellgehen folgendermaßen:

Länge der Strecken:		Zeit:	Schritte in der Minute:
1/6 engl. Meile =	268 m	57 1/2 Sekd.	240
1 „ „ =	1609 m	6 Min. 23 Sekd.	216
5 engl. Meilen =	8045 m	35 Min. 10 Sekd.	196,2
30 „ „ =	48270 m	4 Std. 46 Min. 52 Sek.	144,6

Vergleichung mit anderen Marsch-schnelligkeiten.

Die wenigen mitgeteilten Leistungen werden in ihrem vollen Wert erst erkannt, wenn man die erzielte Durchschnittsgeschwindigkeit auf den Kilometer berechnet und mit anderen guten Marschleistungen vergleicht.

	1 Kilometer zurückgelegt in Minuten	Sekunden
Deutsche Armee: Sturmmarsch	10	25
Französische Armee: Eilschritt	11	6
Schnellmarsch von 150 Schritt in der Min. bei 0,76 m Schrittlänge nach Mareys Vorschlag	8	46
Guter turnerischer Schnellmarsch	7	50
Schnellster Beugemarsch	6	–

Dem gegenüber im athletischen Gehen:

	1 Kilometer zurückgelegt in Minuten	Sekunden
1. Kleine Strecke von 268 m .	3	**38**
2. Strecke von 1609 m	4	**2**
3. Strecke von 8045 m	4	**22**
4. Strecke von 48270 m	5	**56**

Anstrengung beim athletischen Gehen.

Mit viel heroischer Ausdauer wird solche Leistungsfähigkeit erkauft. Das athletische Gehen ist keine Gangart, bei der die aufgewendete Muskelarbeit für die Fortbewegung in mechanischem Sinne möglichst zweckmäßig ausgenutzt wird. Im Gegenteil wird dieser Gesichtspunkt ganz außer acht gelassen. Die Muskelanstrengung ist daher beim athletischen Schnellgehen eine außergewöhnlich große. Die Heftigkeit dieser Anstrengung und die damit verbundenen Dehnungen und Zerrungen der Muskeln erzeugen auch beim Geübteren stets starke Muskelschmerzen. Vor allem stellt sich – wie im geringeren Grade schon bei jedem Schnellmarsch – zu Beginn solcher Gehübungen stets ein unerträglicher Schmerz am Schienbein ein. Nur wer diese Schmerzhaftigkeit mit fester Willenskraft zu überwinden und zu verbeißen versteht, vermag sich zu nennenswerten Leistungen in dieser Art des Schnellgehens herauszubilden.

Übrigens gibt es noch eine andere Form des athletischen Schnellgehens, die darin besteht, daß bei jedem Schritt der gleiche Arm oder die gleiche Schulter jedesmal mit Bein und Hüfte derselben Seite beim Ausschreiten vorgebracht wird. Diese Art des Gehens ist sogar früher schon als die klassische Form des athletischen Schnellgehens ausgegeben worden. Daß sie einen Vorteil in bezug auf Schnelligkeit des Fortkommens oder in bezug auf Arbeitsersparnis bietet, ist nicht einzusehen. Wie wir noch sehen werden, machen griechische Vasenbilder auch eine Art des Laufs bei den Griechen wahrscheinlich, bei der mit jedem Laufschritt die dem vorschwingenden Beine gleichsinnige Schulter vorgebracht wird. –

Für das Jugend- und Volksturnen hat das athletische Schnellgehen keine Bedeutung. Denn die Anübung ist derart angreifend, daß während der Vorbereitungszeit jede andere Art von Übung vollständig ausgeschlossen ist.

Wanderungen und Turnfahrten.

§ 292. Wanderungen und Turnfahrten.

Bei Wanderungen und Turnfahrten wird der Marsch als Dauerübung betrieben. Für solche Übungsmärsche und Wanderungen mögen folgende Gesichtspunkte gelten:

1. Die zu bewältigende Strecke muß der Marschfähigkeit der Teilnehmer angemessen sein, beträchtliche Leistungen mute man nur geübten Erwachsenen zu. Keinesfalls darf der Marsch zu Erschöpfungserscheinungen führen, wie sie als „allgemeine Muskelermüdung" früher beschrieben sind.

Marschstrecke.

2. Die zu bewältigende Strecke ist nicht einseitig nach Zahl der Kilometer abzuschätzen, sondern die Beschaffenheit des Weges ist mit in Betracht zu ziehen. Eine Entfernung, die auf ebener fester Landstraße bequem zurückgelegt werden kann, führt zur Anstrengung und erfordert womöglich das Doppelte an Kraftaufwand bei sandigem oder stark aufgeweichtem Boden. Weitere erschwerende Hindernisse sind widriger Wind, durch den zu überwindenden Winddruck sowie die Beeinträchtigung der Ausatmung; ferner Staub, Regen, Schnee, starke Hitze.

Beschaffenheit des Weges.

3. Die beste Marschzeit ist der frühe Morgen, da man dann am frischesten zum Wandern ist. Unmittelbar nach der Mahlzeit soll man sich keine Marschanstrengung zumuten. Nachtmärsche sind nie unbedenklich. Sie ermüden stärker, da das Gehen im Dunkeln stets mehr oder weniger das Gefühl der Unsicherheit erzeugt. Die Entbehrung des gewohntes Schlafs, an dessen Stelle eine anstrengende Muskeltätigkeit gesetzt wird, erzeugt leicht Blutandrang zum Gehirn.

Marschzeit.

Nachtmarsch.

4. Der Marsch ist hier und da durch Marschpausen zu unterbrechen. Die erste wird am besten $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden nach dem Aufbruch vorgenommen, da dann die Muskeln am Schienbein, wie ihre Schmerzhaftigkeit dartut, am ehesten einer Entspannung bedürfen. Danach kann länger durchmarschiert werden. Die Marschpausen sollen nur kurz sein (etwa fünf Minuten) und im Stehen erfolgen. Niedersitzen macht erfahrungsgemäß zur Ermüdung nach dem Wiederaufrichten geneigter. Vor Erklimmung einer steileren Anhöhe ist gleichfalls ein kurzer Halt zu machen, um mit frischer Kraft und ruhigem Atemgang das Steigen zu beginnen.

Marschpausen.

5. Beim Marsch über längere Strecken schreite man nicht von vornherein in lebhaftestem Zeitmaß, sondern beginne langsamer und laufe sich allmählich in schnellere Gangart ein. Es gilt für die Jugend sowohl wie für Erwachsene, daß langsamer, schleppender Marsch weit ermüdender wirkt und eher Ruhebedürfnis weckt, als ein frischer Schnellmarsch. Wenn der Soldat in voller Ausrüstung den Kilometer in noch nicht 11 Minuten zurücklegt, so sollte eine Abteilung von erwachsenen Turnern, in leichtem Gewand und unbelastet, den Kilometer in höchstens 10 Minuten zurücklegen, Schüler von 15—17 Jahren in 12 Minuten, günstiger Marschweg vorausgesetzt. Geübtere sollen hier und da einen Schnellmarsch über 20—25 Kilomer mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 8—9 Minuten für den Kilometer versuchen.

Zunehmende Schnelligkeit.

Empfehlenswert ist es, bei solchen Schnellmärschen die Gangbewegung etwa alle 1 $^1/_2$ Stunden durch einen kurzen Dauerlauf von 7—10 Minuten zu unterbrechen.

6. Hinsichtlich der Bekleidung beim Übungsmarsch oder längerer Wanderung ist in allererster Linie wichtig ein gutes bequemes schon etwas ausgetretenes Schuhwerk. Nur nicht in neuen Stiefeln marschieren! Im übrigen sei die Kleidung bequem, an keiner Körpergegend beengend, und der Witterung angemessen. Wer genügend abgehärtet ist, wird selbst bei mäßiger Winterkälte (bis zu -2^0) den Überzieher verschmähen. Andernfalls ist ein loser Wettermantel aus Lodenstoff am zweckmäßigsten.

Kleidung.

7. Hinsichtlich der Erfrischung mit Speise und Trank gilt folgendes:

Speise und Trank.

a) Gutes Trinkwasser in mäßiger Menge genossen ist beim Marsch nie schädlich. Ist das Trinkwasser sehr kalt, so warte man mit dem Trinken wenigstens, bis sich nach einem Halt von einigen Minuten der Atem beruhigt hat.

Trinkwasser.

Kaffee und Tee.

b) Nächst gutem Quellwasser ist kalter Kaffee, Tee, Zitronensäure und Zucker in Wasser gelöst, auch Wasser mit etwas Essig als Getränk zu empfehlen und zum Mitführen in der Feldflasche am geeignetsten.

Alkoholische Getränke.

c) Was alkoholische Getränke betrifft, so ist während des Marsches ein leichter Landwein in kleineren Mengen (50 – 100 g auf einmal, bei 6% Alkohol enthaltendem Wein also 3 – 6 g Weingeist entsprechend, 300 – 400 g im ganzen für einen 4 – 5 stündigen Marsch) genossen, am besten mit etwas Wasser verdünnt, immerhin von Nutzen, oder doch unschädlich, wie Untersuchungen über den Einfluß kleinerer Alkoholmengen dargetan haben – und wie die Erfahrung bei anstrengenden Märschen und Bergwanderungen beweist. Sowie aber dies Maß überschritten wird, wirkt Alkohol lähmend, beeinträchtigt also die Muskelarbeit. Namentlich sei vor dem Biergenuß gewarnt: ein Liter Bier enthält schon 35 g, ein halbes Liter 17 ½ g Weingeist. Der erfahrene Wanderer weiß auch, daß Biergenuß während der Wanderung die Leistungsfähigkeit und Frische bald herabsetzt.

Schnaps ist ganz und gar zu verwerfen, namentlich auch die beliebte Art, in den „überhitzten" Magen erst ein Gläschen Schnaps zu gießen, um dann ein Quantum Bier folgen zu lassen.

Nahrung.

d) Die Nahrung bei längeren Märschen sei gehaltvoll aber von mäßiger Menge. Als Frühstück ein Teller Suppe, oder Kaffee mit etwas Brot und Butter; Mittags – falls überhaupt warmes Mittagsbrot bei einem Tagemarsch vorgesehen ist; häufig kann dies entfallen – wenig kräftige Suppe, leichte Fleischspeise mit mäßiger Menge von Zugemüse. Ein reichlicheres Mittagmahl taugt nicht für stramme Fußwanderungen. Zum Mitnehmen für unterwegs empfiehlt sich besonders eine Tafel guter Schokolade, auch Würfelzucker in Wasser zu lösen ist von Vorteil; ferner gesottene Eier, gute Fleischwurst oder Büchsenfleisch.

Fußpflege.

e) Bei mehrtägigen Wanderungen ist auf die Fußpflege besonderes Gewicht zu legen: Abends Abreiben der Füße mit kaltem Wasser; bei Fußschweiß: Einpudern der Fußsohle mit Salicyl-Streupulver (3 Teile Salicylsäure, 10 Teile Mehl, 87 Teile gepulverter Talkerde) oder mit einer Salbe von Salicylsäure und Hammeltalg. Blasen an den Füßen sollen nicht unterwegs geöffnet werden, sondern sind des Abends im Quartier seitlich zu öffnen und mit einem Salicylsalbe-Druckverband (auch Borsalbe in Zinntuben ist nützlich) zu verbinden.

Wundreiben.

f) Das lästige Wundwerden (sog. Wolf) zwischen den Oberschenkeln am Damme und am Hodensack ist ebenfalls durch Einpudern mit Salicyl-Streupulver zu beseitigen.

Verstopfung und Durchfall.

g) Auf die Darmentleerung ist bei mehrtägigen Wanderungen besonders zu achten. Bei Verstopfung ist ein mildes Abführmittel (1—2 Teelöffel Brustpulver) am Platz. Gegen Durchfall nehme man Tannigenpulver (je 1 g in Oblatenkapsel) mit. Bei plötzlich entstandenem Durchfall heftigerer Art, so daß der Weitermarsch in Frage steht, ist das sicherste, durch eine Gabe Rizinusöl (1 Eßlöffel auf schwarzem Kaffee oder auf ein wenig Bier mit Bierschaum darüber genommen; oder 3 Rizinus-Gelatine-Kapseln zu je 5 g) die gärenden Massen aus dem Darm zu entfernen. Der Durchfall hört dann nach einigen flüssigen Entleerungen gewöhnlich von selbst auf.

Steigen.

§ 293. Das Steigen.

Das Steigen

Unter Steigen als Bewegungs- oder Übungsform versteht man die Erhebung des Körpers mittels einer Geh- oder Schreitbewegung, welche in mehr oder minder zum Horizont geneigter Richtung erfolgt. Wir nennen diese Bewegung auch Aufwärtssteigen oder Anstieg im Gegensatz zum Abwärtssteigen, Niedersteigen oder Abstieg, bei welchem der Körper in zum Horizont geneigter Richtung nach abwärts getragen wird.

Das Steigen kann erfolgen:

1. Auf schiefer Ebene (Böschung, Anhöhe, Berg).
2. Auf horizontalen Platten, welche übereinander mit in der Regel gleichen Zwischenräumen in der Richtung einer schiefen Ebene angeordnet sind: Treppe; Treppenleiter.
3. Auf in gleicher Weise angeordneten Stäben (Leiter), Stricken oder Drähten (Strick- und Drahtleiter).

Doch ist zu bemerken, daß beim Besteigen einer Leiter nur selten eine reine Steigbewegung bloß mittels der Beine erfolgt. Meist wird hier die Mitarbeit der Arme zu Hilfe genommen, und das Steigen wird dadurch zum Klettern. Diese Mitarbeit der Arme macht sich bei den Leitern nötig, weil auf den Leitersprossen die Füße nur eine sehr kleine und bei der Seil- und Drahtleiter dazu auch noch schwankende, also doppelt unsichere Stützfläche finden. Mittels der Arme gewinnt der Körper also neue Stützpunkte. Nicht nur das. Die Arme helfen auch von ihren Stützpunkten aus durch Ziehen (Beugen) oder durch Stemmen (Strecken) den Körper aufwärts bewegen.

Klettern.

§ 294. Der Bewegungsmechanismus beim Aufwärtssteigen auf schiefer Ebene.

Der Bewegungsmechanismus beim Steigen.

Die Bewegung des Aufwärtssteigens auf schiefer Ebene, also eine Anhöhe hinan, entwickelt sich aus der Fortbewegungsart beim Gehen.

Nehmen wir z. B. an, die Ebene, auf welcher mit natürlichem Gang geschritten wird, werde allmählich aus der Horizontalen zu einer sanft ansteigenden, etwa bis zu 2,5 – 3°, so ist das Ansteigen vom Gehen auf der horizontalen Ebene kaum zu unterscheiden.

Steigen bei ganz sanft ansteigendem Boden.

Fig. 437. Steigen auf ganz sanft ansteigender Ebene.

Wir fanden beim natürlichen Gehen für jeden Schritt eine durch das Abstemmen des Stützbeins bewirkte senkrechte Erhebung des Körpes, der eine gleich große Senkung folgt, sobald das abstützende Bein den Boden verläßt, und als Hangbein zu schwingen beginnt. Wird nun diese Erhebung etwas größer, während die nach-

folgende Senkung dieselbe bleibt, so ist der Körper bei jedem Schritt um die Höhe des Unterschieds tatsächlich gestiegen.

Beträgt z. B. auf sanft ansteigendem Wege die jedesmalige senkrechte Erhebung des Körpers bei einem Schritt 0,06 m statt 0,04 m auf der Horizontalen, während die nachfolgende Senkung des Körpers dieselbe bleibt, also 0,04 m, so erfolgt eine Aufwärtsbewegung für jeden Schritt um

$$0{,}06 - 0{,}04 = 0{,}02 \text{ m.}$$

Auf einen Kilometer Wegelänge würde man bei einer Schrittgröße von etwas über 0,66 m 1500 Schritt gemacht haben, und $1500 \times 0{,}02 = 30$ m gestiegen sein, auf 10 Kilometer aber 300 m. Bei einem Körpergewicht von 75 kg wäre dieses also um 300 m gehoben worden, und die Steigarbeit betrüge (neben der Geharbeit im horizontalen Sinn)

$$75 \times 300 = 22500 \text{ mkg.}$$

Gleichwohl würde man bei einem so sanften Anstieg sich kaum der Arbeit des Steigens bewußt werden.

Bewegung bei stärker ansteigendem Boden.

Anders werden diese Verhältnisse, sobald die zu ersteigende schiefe Ebene stärker geneigt ist. Die aufgenommenen Druckkurven zeigen dann gegenüber dem Gehen in der Ebene folgende Besonderheiten:

Längerer Doppelstütz.

1. Die Zeit des Doppelstützes ist beim Steigen stets größer als beim einfachen Gehen, wo sie bei langsamerem Gang $^1/_6$ der Schrittdauer beträgt, um bei schnellstem Gange nahezu gleich Null zu werden. Der hintere Fuß drückt noch auf den Boden, und zwar mit stärkstem Druck, während der vornaufgesetzte Fuß bereits seine Stütztätigkeit begonnen hat. Diese Zeit des Doppelstützes, wo also beide Füße gegen den Boden stemmen, ist zugleich die Zeit der Erhebung des Körpers (a b in Fig. 438).

Fig. 438. Druckkurve des Treppensteigens nach Marey. — R Kurve des rechten, L des linken Fußes; a b Zeit des Doppelstützes.

Übertragung der Hebung des Körpers mehr auf das vornaufgesetzte Bein.

2. Am Ende des Stützes des hinteren — oder bei Anfang des Stützes des vornaufgesetzten Beins prägt sich die Arbeit der Hebung des Körpers durch besonders starke Druckerhebung in der Kurve aus (bei a in Fig. 438).

Diese senkrechte Erhebung ist bei ganz flach aufsteigender Ebene (oder bei sehr wenig geneigter Treppe) noch dem hinteren abstemmenden Bein überlassen, also wie beim Gehen auf der horizontalen Ebene. Je steiler aber der Anstieg wird, um so mehr — und dies ist charakteristisch für die Steigbewegung — überträgt sich die Arbeit der Hebung des Körpers auf das vornaufgesetzte Bein, über welches dann also der Schwerpunkt schon gebracht sein muß.

Die Streckmuskeln des gebeugt vornaufgesetzten Beines sind zu dieser Kraftleistung in die günstigste Lage versetzt: sowohl der Gesäßmuskel und der vierköpfige Schenkelstrecker, als endlich — durch das Tieferstehen der Ferse beim Aufruhen der Fußsohle auf dem geneigten Boden — der Wadenmuskel sind stark gedehnt. Das Vornaufsetzen des vorderen Beins ist also zugleich eine ausholende Tätigkeit für die Streckmuskeln. Andererseits ist die Streckkraft des hinteren Beines schon verbraucht, währenddem das vordere Bein nach vorn und aufwärts gesetzt wird.

Aufsetzen des vorderen Beins.

Nämlich beim Steigen auf stärker geneigter Ebene ist keine Rede von einem pendelartigen, mit geringem Muskelanstoß erfolgendem Vorschwingen des freien Hangbeins. Es muß vielmehr mit einer willkürlichen, nach der Steile des Weges bemessenen Beugebewegung erhoben und aufwärts gesetzt werden. Auch zu dieser Muskeltätigkeit werden beim Steigen die betreffenden Muskeln (die Beuger des Beins) durch die vorhergehende Bewegung (die starke Streckbewegung am Ende des Stützes) in ausholender Weise gedehnt. Jeder Akt der Gesamtbewegung ist also beim Steigen zugleich ein günstiges Ausholen für den folgenden Bewegungsakt.

Horizontale Schwankung des Körpers.

Die horizontalen Schwankungen des Körpers von rechts nach links sind bei langsamem Steigen besonders ausgesprochen, und stets stärker als bei entsprechendem Gang auf ebenem Boden.

Fig. 439. Aufsetzen der ganzen Fußsohle bei mittlerer Steile des Bodens.

Fig. 440. Aufsetzen nur der Fußspitze bei sehr starker Steile des Bodens.

Aufsetzen des Fußes.

Der vornaufgesetzte Fuß trifft — wenn die Steigung des Bodens nicht mehr ganz geringfügig ist — nicht mit der Ferse zuerst den Boden, sondern wird entweder gleich mit der ganzen Sohle, oder mit der Fußspitze zuerst aufgesetzt. Da der mögliche Winkel zwischen Fuß und Unterschenkel im Sprunggelenk nie kleiner als 60—55° sein kann, so kann schließlich bei einem entsprechenden Grad von Steile die Ferse den Boden überhaupt nicht mehr berühren: die Steigbewegung findet dann nur noch auf dem Fußballen statt (Fig. 440). Damit ist die Haftung des Fußes gegen den Boden auf der abschüssigen Ebene sehr erschwert; es kommt schließlich ein Grad von Steile, wo nur auf rauhem Boden und mit rauhen Schuhsohlen (genagelte Bergschuhe), oder mit nackten Füßen, welche an den Boden sich anklammern und festsaugen können, ein Aufstieg überhaupt noch möglich ist.

Sehr starker Grad von Steile des Bodens.

Ungleicher oder loser Boden.

Ist der Boden dabei ungleich gestaltet, so sucht der aufwärts zu stellende Fuß bei jedem Steigeschritt gewissermaßen tastend eine weniger geneigte, mehr Halt gebende Stelle; ist der Boden lose (feines Gerölle, Sand, Schnee), so daß jeder Schritt einen Eindruck bewirkt, so gewinnt der Steigende dadurch eine bessere Haftfläche, daß er entweder die Füße stark auswärts setzt, oder daß er nicht geradeaus, sondern seitwärts gerichtet in Zickzackbahn geht, um möglichst wieder die ganze Fußfläche aufsetzen zu können.

Fig. 441.

Vorneigung des Körpers.

Der ganze Körper wird bei etwas steilerem Anstieg vorwärts geneigt unter Beugung im Sprung- und Hüftgelenk, gleich als ob der Körper eine Last auf dem Rücken trüge (Fig. 441). Diese Vorwärtsneigung wächst unwillkürlich bei zunehmender Steile. Nur bei sehr hohem Grad von Steile ist ein zunehmendes Vor-

neigen des Körpers nicht mehr möglich, ohne daß die Knie und die vorwärtshängenden Arme den Steilhang berühren. Die Hände werden dann notgedrungen zum Stützen und Festhalten benutzt und bewegen sich gleichsinnig mit den Beinen; aus dem Aufwärtssteigen wird dann ein Aufwärtsklettern.

Gebrauch eines Wanderstabs.

Erleichterung beim Steigen bietet die Zuhilfenahme der Stütztätigkeit eines Armes mittels eines Wanderstabs oder Bergstocks. Wird er vorwärts aufgesetzt, so ermöglicht er dem Körper stärkste Vornüberneigung und damit vorteilhafteste Verlegung des Schwerpunktes nach vorn über das vornaufgesetzte Bein, indem er das Vornüberfallen dabei verhindert. Wird der Stab neben oder hinter dem vorderen Bein aufgesetzt, so vermag der Arm durch seine Stütztätigkeit die Erhebung des Körpers zu fördern.

Aufwärtslaufen.

Aufwärtslaufen ist nur bei wenig oder mäßig ansteigendem Boden vorteilhaft. Da beim Lauf die Beine, während des Freifliegens gewissermaßen unter dem Körper weggezogen, für jeden Laufschritt einen bestimmten Bogen über dem Boden beschreiben, so ist es klar, daß beim Laufen auf eine Anhöhe hinauf mit zunehmender Steile die Sehne dieses Bogens und damit die Länge des Laufschritts immer kürzer werden muß. Schließlich ist mit der Laufbewegung nicht so viel Terrain zu gewinnen als mit der Schreitbewegung.

Erstürmen einer Anhöhe.

Beim Hinanstürmen auf eine steilere Anhöhe finden deshalb auch keine Laufbewegungen, sondern nur stärker beschleunigte Schreitbewegungen aufwärts statt. Liegt vor einem nicht allzu hohen, durch „Stürmen" zu nehmenden Steilhang eine horizontale Ebene, so kann darauf vorher ein kräftiger Anlauf genommen, und die

Fig. 442. a b ein Laufschritt auf der Horizontalen a c. Auf der schiefen Ebene a c_I trägt dieser Schritt nur bis b_I, auf a c_{II} nur bis b_{II}, und auf a c_{III} nur bis b_{III}.

dadurch dem Körper mitgeteilte lebendige Kraft für die ersten Steigschritte, wenn sie sehr schnell einander folgen, aufs wirksamste verwendet werden. Auf diese Weise lassen sich Anhöhen nehmen (z. B. sehr steile Böschungen, Schrägmauern u. dergl.), die zwar nur von beschränkter Höhe sein dürfen, die aber andererseits zu steil sind, um ein einfaches Hinansteigen zu gestatten.

Aufwärtssteigen auf einer Treppe.

§ 295. Das Aufwärtssteigen auf einer Treppe.

Auch beim Treppensteigen wird, und zwar um so mehr, je eiliger gestiegen werden soll, der Rumpf vornüber gebeugt, und es überträgt sich die Steigarbeit immer mehr auf das vornaufgesetzte Bein. Nur mit dem wichtigen Unterschied, daß die horizontalen Platten der Treppen stets dem Fuß eine sichere Unterstützungsfläche gewähren, und selbst bei sehr steilen Treppen eine solche Unsicherheit der Haftung des Körpers, wie sie bei entsprechend steiler Ebene vorhanden ist, nicht eintritt. Infolgedessen können mittels Treppen die steilsten Steigungen, bis nahe zur Senkrechten überwunden werden, während eine geneigte Ebene schon bei einem viel geringeren Winkel zur Horizontalen nicht mehr ersteigbar ist.

Höhe und Breite der Treppenstufen.

Je nach der senkrechten Höhe der Treppenstufen übereinander, je nach deren Breite, und damit auch je nach der größeren oder geringeren Steile der ganzen Treppe ist diese mehr oder weniger bequem und schnell zu ersteigen. Sind die Stufen so schmal, daß nicht der ganze Fuß, sondern nur die Ballen aufgesetzt werden können, so ist das Steigen unsicher und unbequem. Da solche Treppen sehr steil sind, der Stützpunkt des obenaufgesetzten Fußes sich in der horizontalen Richtung nur wenig vor dem Stützpunkt des untenaufstehenden Fußes befindet, so kann der Rumpf nicht nach vorn gebeugt werden. Der Schwerpunkt wird mehr in einer der Senkrechten sich nähernden Richtung gehoben. Die Aufwärtsbewegung erfordert mehr Anstrengung. Ebenso steigt man unbequem auf zu breiten oder zu niedrigen Treppenstufen. Da die gewöhnlichen Treppen allenthalben ziemlich ähnliche Verhältnisse in bezug auf Höhe und Breite der Stufen besitzen (die Treppenstufen werden meist 15—20 cm hoch, und 25—30 cm breit angelegt, was einem Steigungswinkel von 35—30° entspricht), so ist eine bestimmte Art der Steigbewegung unseren Bewegungsorganen besonders geläufig und halbautomatisch geworden. Jede Abänderung der gewohnten Verhältnisse in der Anlage der Treppen macht daher leicht stolpern, wenn nicht unausgesetzt auf jeden Schritt beim Steigen Obacht gegeben wird.

Überhohe Stufen.

Sind die zu ersteigenden Stufen so hoch, daß das Hüftgelenk und das Kniegelenk des vornaufgesetzten Beines in einer wagerechten Linie liegen, oder gar das Kniegelenk höher steht als das Hüftgelenk, so kann der Schwerpunkt nur dadurch über den Stützpunkt des vorderen Beines gebracht, und können die Strecker des vornaufgesetzten Beines nur dadurch überhaupt wirksam werden, daß das hintere Bein, nach leichter vorgängiger Beugung, mittels eines sprungartigen Aufschnellens sich vom Boden stößt, und den Schwerpunkt nach oben und vorn wirft. Sowie der Schwerpunkt hoch genug gekommen ist, um den Streckern des vorderen Beines volle Wirksamkeit zu gestatten, vollenden die Strecker die angefangene Bewegung und bringen den Körper vollends zum Stand auf der höheren Stufe (Fig. 443).

Fig. 443. Sprungartiges Steigen auf überhoher Stufe.

§ 296. Steigen, Klettern und Klimmen auf der Leiter.

Steigen, Klettern und Klimmen.

Beim Steigen auf der Leiter hat der Fuß als Unterstützungsfläche nur die quere Sprosse der Leiter. Das Aufwärtssteigen ohne Unterstützung der Hände ist daher ein sehr unsicheres, erfordert unausgesetztes Balancieren des Körpers, und ist allenfalls auf der schrägen Holzleiter möglich, so gut wie gar nicht aber auf der Strick- und Drahtleiter.

Abwärtssteigen.

Gewöhnlich werden beim Leitersteigen unter Vorwärtsneigen des Körpers die Holme oder Leitersprossen mit den Händen gefaßt, und die Hände im Gegensinne zu den Beinen bewegt: mit dem Steigetritt links greift die rechte Hand aufwärts und so fort. Wir nennen diese Bewegung nicht mehr Steigen, sondern Aufwärtsklettern. Dabei stützen entweder die Arme den Körper nur soweit, daß er nicht vornüber auf die Leiter fällt, und sichern die Gleichgewichtserhaltung, oder sie helfen den Beinen bei der Steigarbeit, indem sie durch Beugung des gestreckt aufwärts-

fassenden Armes den Körper nach sich in die Höhe ziehen. Diese Bewegung des Schwerpunkts nach oben durch die Zugkraft der Arme nennt man Klimmen.

Klimmen.

Steht die Leiter beinahe senkrecht, ganz senkrecht oder gar über die Senkrechte hinaus nach rückwärts (Klettern an der Rückseite der schrägen Leiter; Klettern auf einer Feuerwehrleiter, die mit ihrem oberen Ende auf einem vorspringenden Gesims festhängt, während das untere Ende sich an die zurückliegende Hauswand anlehnt usw.), so hängt der Körper an den Armen, so daß er nicht nach hinten abfällt (Fig. 444).

Auf weitere Geräte, wie Sprossenmast, Knotentau, Kletterwand usw. braucht hier nicht eingegangen zu werden, da die Art der Aufwärtsbewegung hier keine grundsätzlich verschiedene ist.

Fig. 444.

Abwärtssteigen.

§ 297. Abwärtssteigen.

Während es beim Aufsteigen galt, die Schwerkraft zu überwinden und die Körperlast zu heben, kommt es umgekehrt beim Abstieg darauf an, die beschleunigende Wirkung der Schwerkraft nach abwärts in eine gleichmäßige periodische Bewegung zu verwandeln, und mit jedem Schritt den Fallsturz aufzuhalten. Dies geschieht

Bewegung beim Abstieg.

Fig. 445. Abwärtssteigen auf einer Treppe. — Reihenaufnahme von Alb. Londe in Paris.

beim Niedersteigen auf mäßig geneigter Ebene oder Treppe (Fig. 445) dadurch, daß der Schwerpunkt so lange auf dem hintern langsam sich beugenden Beine ruht, bis das vordere, erst gebeugte und pendelartig vorschwingende, dann gerade gestreckte Bein den Boden, beziehungsweise die nächst untere Treppenstufe erreicht hat. Dabei

wird der Körper gestreckt gehalten, ja bei stärkerer Steile etwas nach hinten gebeugt, so, als ob er vorne eine Last trüge. Sowie das vordere gestreckte Bein Boden gefaßt hat, übernimmt es die Tragung des Schwerpunktes, und beugt sich, um dem inzwischen vom Boden abgelösten Bein zu gestatten, daß es einen neuen Stütz abwärts suche usw.

Tätigkeit des Schenkelstreckers beim Abstieg.

Bei dieser Lastübertragung und Fallhemmung fällt fast ausschließlich dem vierköpfigen Schenkelstrecker die Aufgabe zu, das vornabgesetzte Bein wie einen starren Stab gestreckt zu halten und Einknickung im Kniegelenk zu verhindern. Dieser Muskel wirkt also bei jedem Schritt abwärts allein der Fallwirkung der gesamten Körperlast entgegen, und bietet daher bei längerem Abstieg oft die Zeichen örtlicher Muskelermüdung dar. Hier ist also die Arbeit weniger glücklich auf viele Muskeln verteilt wie beim Aufwärtssteigen. Daher der Abstieg vielfach als „anstrengender" empfunden wird, als der Aufstieg. Weiter sind beim Abstieg die Strecker des Rumpfes in steter Spannung um den Rumpf rückwärts gestreckt zu halten, während umgekehrt beim Aufstieg die Bauchmuskeln unausgesetzt mit in Tätigkeit sind.

Fig. 446. Verlängerung des Laufschritts ab auf der Horizontalen ac bei zunehmender Senkung der Ebene, auf der der Laufschritt erfolgt, bis zu ab_{IIIII} auf der Ebene ac_{III}.

Abstieg auf stark geneigter Ebene.

Beim Abstieg auf einer stark geneigten Ebene (Steilhang) bohrt sich der abwärts gesetzte Fuß, wenn der Boden nicht zu hart ist, bei jedem Schritt abwärts mit der Ferse oder dem Absatz geradezu in den Boden ein, um dem Körper Halt zu geben und Absturz zu vermeiden. Oder man sucht eine größere Stützfläche zu gewinnen und zugleich die Wirkung der geradeaus abwärts ziehenden Schwerkraft abzuschwächen dadurch, daß man abwärts eilt mit weit auseinander gespreizten Beinen und stark auswärts gesetzten Füßen, wobei der Schwerpunkt des Körpers von einer Seite zur andern in einer Zickzacklinie bewegt wird.

Abwärtslaufen.

Letzteres geschieht namentlich auch beim Abwärtslaufen eine geneigte Ebene hinab. Es ist oben gezeigt, daß beim Aufwärtslaufen mit zunehmender Steile des Weges die Laufschritte naturgemäß stets kleiner werden müssen, und daß bei einem größeren Neigungswinkel des Abhangs ein Aufwärtslaufen nicht mehr möglich, indem mittels der Laufbewegung kein Terrain vor- und aufwärts mehr zu gewinnen ist. Umgekehrt verhält es sich beim Abwärtslaufen. Hier wird das Maß des Laufschritts mit zunehmender Steile immer nur größer, indem der Bogen, welchen die Beine beim Freifliegen in der Luft beschreiben, sich nach abwärts um eine immer größer werdende Fallhöhe verlängert (Fig. 446). Dieser Vorteil kann indes nur

bei ganz geringer Abwärtsneigung ausgenutzt und hier tatsächlich auch weit ausgiebiger als auf der horizontalen Ebene gelaufen werden. Wird aber mit stärkerer Abschüssigkeit des Abhangs die jedesmalige Fallhöhe um so größer, so wird auch der Fallstoß um so heftiger. Die Gefahr des Stürzens und des Einknickens des Kniegelenks steigert sich: die Fallwucht wird größer als die Muskelkraft der Strecker des Kniegelenks. Instinktiv werden deshalb beim Lauf einen Abhang hinunter die Laufschritte immer kleiner genommen, und zudem durch Laufen mit seitwärts gespreizten Beinen und Bewegung in einer Zickzacklinie die gerade abwärts gerichtete Fallkraft abzuschwächen versucht.

Gefahr des Abwärtslaufens bei sehr abschüssigem Hang.

Das reine Abwärtssteigen vorwärts oder rückwärts auf der Schrägleiter ohne Stütz mit den Händen erfordert noch mehr schwierige Gleichgewichtserhaltung als das reine Aufwärtssteigen. Es zählt daher namentlich das Abwärtssteigen vorwärts auf der Schrägleiter zu den schwierigeren Gleichgewichtsübungen, denn es bedingt einen gewissen Mut, um die Furcht vor dem Stürzen zu überwinden. Namentlich schwierig ist solcher Abstieg in langsamem Zeitmaß. Die Übung ist besonders dann nicht so ungefährlich, wenn der Absteigende Schuhe mit etwas höheren Absätzen trägt, an welchen man leicht hängen bleiben kann.

Abwärtssteigen auf der Schrägleiter.

§ 298. Die Arbeitsleistung beim Steigen.

Arbeitsleistung beim Steigen.

Bei keiner Fortbewegungsart berechnet sich der mechanische Nutzeffekt im ganzen so einfach wie beim Steigen, indem die Hebung der Leibeslast, d. h. das Produkt aus Körpergewicht und erstiegener Höhe diesen Nutzeffekt darstellt. Natürlich ist auch das Gewicht von Kleidung und sonstigen mitgenommenen Gegenständen, ebenfalls mit der Höhe multipliziert, mitzurechnen.

Die gesamte geleistete Arbeit ist damit aber noch nicht erschöpft. Es kommt hinzu die Arbeit der Atemmuskeln und des Herzens, welche beim Steigen eine außerordentlich vermehrte ist. Beansprucht diese Arbeit doch schon für gewöhnlich an 15 Prozent des gesamten Stoffumsatzes im Körper (Zuntz). Es ist ferner hinzuzurechnen die mit dem Steigen verbundene Fortbewegung in horizontaler Richtung. Diese Arbeit kann bei sehr sanftem Anstieg sogar die eigentliche Steigarbeit noch übertreffen, während sie bei steilerem Anstieg immer mehr gegen die Steigarbeit zurücksteht, bei Treppen- und Leitersteigen aber unwesentlich wird. —

Arbeitsberechnung beim Gehen und Steigen.

Der Arbeitsaufwand beim Gehen auf der Ebene setzt sich, wie früher ausgeführt, zusammen aus folgenden Werten:

A. Stemmendes Bein oder Stützbein: { 1. senkrechte Erhebung des Körpers, 2. horizontales Vorwärtstragen des Körpers.

B. Schwingendes oder Hangbein: 3. Beugen und Strecken des schwingenden Beins.

Je nach der Art zu gehen, wechselt die verhältnismäßige wie die absolute Größe dieser Arbeitsleistungen sehr stark. Jedoch ist der Wert von 3 stets sehr gering (0,3 mkg fanden wir oben als Mittelzahl), während — abgesehen von sehr langsamem Gang — der Arbeitswert von 2 größer als der von 1 ist.

Anders beim Steigen. Hier wird die Arbeit der senkrechten Erhebung (1) mit zunehmender Steile immer größer, immer mehr ausschlaggebend und bestimmend, während die Arbeit des Vorwärtstragens in horizontaler Richtung immer geringer wird. Größer wird aber auch der Wert von 3: die Arbeit des Vor- und Aufwärtssetzens des vorderen gebeugten Beins. Dieser Wert berechnet sich allerdings mit unter 1: denn das Gewicht des bereits aufgehobenen und vorwärts gesetzten Beins braucht

bei der nachfolgenden Erhebung der gesamten Körperlast nicht noch einmal mit berechnet werden.

Schon oben haben wir gezeigt, daß das Bergsteigen zu denjenigen Arten von Dauerübungen gehört, welche die größtmöglichen Arbeitssummen, deren der menschliche Körper fähig ist, ohne erschöpfende Ermüdungserscheinungen zu leisten gestatten. Schon allein der Transport der Körperlast von sagen wir 75 kg auf eine Höhe von 3000 Metern ergibt eine Arbeitssumme von . . 75 × 3000 = 225 000 mkg

Dazu Belastung mit Kleidung, Rucksack usw. von 5 Kilo macht . . . . 5 × 3000 = 15 000 mkg

240 000 mkg.

Das ist aber nur ein Teil der geleisteten mechanischen Arbeit. Es kommt hinzu die Arbeit der horizontalen Fortbewegung, die gesteigerte Arbeit des Herzmuskels und der Atemmuskeln.

Geltend machen sich ferner noch die besonderen Einwirkungen der Höhenluft. Zuntz zeigte, daß mit zunehmender Höhe der Sauerstoffverbrauch in stetig steigendem Maße wächst. Die Steigerung des Stoffwechsels betrug auf dem Monte Rosa in etwa 4500 m Höhe bei Ruhe 44%, bei Arbeit 70% im Vergleich zum Stoffwechsel in der Ebene. Nach Mosso tritt in verdünnter Bergluft auch Verminderung der Kohlensäure im Organismus (Akapnie) ein.

Berg-krankheit.

Hier ist weiter der Einflüsse zu gedenken, welche den als Bergkrankheit bezeichneten Zustand hervorrufen. Versagen der Körperkräfte und das Gefühl vollkommener Muskelschwäche sind neben Übelkeit, Erbrechen, Verdunkelung des Sehens, und Störungen des Blutkreislaufs die hauptsächlichsten Erscheinungen dieses oft recht plötzlich eintretenden Zustandes. Weiter ist die Einwirkung der Kälte im Hochgebirge zu erwähnen. Dazu kommt das gefahrvolle Klettern an Steilhängen, das ermüdende Gehen im Schnee und Eis, und endlich die mächtige Beeinflussung des Nervensystems, welche die Erhabenheit und Einsamkeit der Hochgebirgsnatur einerseits, die stete Spannung und Aufmerksamkeit bei gefahrdrohendem, schwierigem Pfad andererseits erzeugen. Diese oft so bewundernswerten Leistungen menschlicher Tatkraft lassen sich nicht in kalten Ziffern ausdrücken.

§ 299. Einwirkung des Steigens auf den Körper.

Einwirkung des Steigens auf den Körper.

Der Übungscharakter des Steigens ist je nach der Art des Steigens ein ganz verschiedener.

Leitersteigen und -klettern.

Das Steigen und Klettern an der Holzleiter, der Draht- und der Strickleiter, mit sehr beschränkter Stützfläche für die Füße, zählt in ausgesprochenem Maße zu den Geschicklichkeitsübungen.

Steigen als Schnelligkeitsübung.

Ausnahmsweise gewinnt das Steigen den Charakter einer reinen Schnelligkeitsübung, nämlich bei schnellstem Hinanstürmen einen Abhang (oder eine Treppe) hinauf. 80 – 100 Meter hoch in schnellmöglichem Zeitmaß einen Abhang hinaufeilen beschleunigt in gleicher Weise Herzschlag und Atmung bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit, wie dies auch bei schnellstem Lauf etwa über 200 Meter der Fall ist. Ebenso stellt sich eine Erhöhung der Blutwärme ein. In der Ruhe kehrt zuerst die Atmung zum gewohnten Rhythmus zurück, während die Beschleunigung der Herztätigkeit langsamer abklingt.

Versuche von Mosso über eine Höhe von 100 Metern.

Eine Reihe hierher gehöriger Versuche hat Angelo Mosso in seinem prächtigen Werke: „Der Mensch auf den Hochalpen“, mitgeteilt. Es handelt sich um eine Höhe

von 100 Metern, die in einer Neigung von 50% von einer Reihe im Bergsteigen geübten Versuchspersonen in schnellstem Zeitmaß erstiegen wurde.

Von den Ergebnissen seien folgende mitgeteilt, da sie früher über die Wirkung der Schnelligkeitsbewegungen Gesagtes wirksam illustrieren.

I.

	Puls (in der Minute)	Atmung (in der Minute)	Blutwärme (Grad)
Vor dem Aufstieg	60	15	37,2
Anstieg 100 m hoch in 6 Min. 55. Sek.			
Kurz nach dem Anstieg	114	30	37,7
Etwa 10 Minuten später	84	21	37,8

Die Atmung kehrte zur Norm zurück nach etwa 27 Minuten in der Ruhe.
Der Puls kehrte zur Norm zurück nach etwa 1 Stunde in der Ruhe.
Die Körperwärme kehrte zur Norm zurück nach etwa 1 Stunde in der Ruhe.

II.

	Puls	Atmung
Vor dem Anstieg	70	19
Anstieg 100 m in 4 Min. 33 Sek.		
Direkt nach Erreichung des Ziels etwa 1 Minute lang	fadenförmig und nicht zu zählen	
Nach $1^1/_2$ Minuten	150	31
Nach 38 – 40 Minuten	90 – 94	18
Nach 1 Stunde 40 Minuten . . .	72	17

III.

	Puls	Atmung
Vor dem Anstieg	98 (aufgeregt durch Gemütsbewegung)	20
Anstieg 100 m in 3 Min. 45 Sek.		
Unmittelbar nach Erreichung des Ziels 2 Minuten lang	fadenförmig und nicht zu zählen	38
Nach einer weiteren Minute . . .	140	33
11 Minuten nach Erreichung des Ziels	120	20
Nach $1^1/_2$ Stunde Ruhe	96	18

Die Atmung wurde nach dem Aufsteigen also wiederholt etwas weniger häufig wie vor dem Hinanstürmen und zudem zwei bis viermal so tief gefunden als vorher.

Steigen als Dauerübung.

In der Regel wird das Steigen, d. h. das Bergsteigen als Dauerübung ausgeführt, also in einem Zeitmaß, welches Herz- und Atemtätigkeit nicht in kurzer Frist bis zur Höchstgrenze unter Eintreten von Ermüdungserscheinungen steigert, sondern nur soweit, daß die Vermehrung der Herz- und Lungentätigkeit in gewissen Grenzen bleibt, welche eine Fortsetzung der Bewegung über eine Reihe von Stunden gestatten.

Einfluß auf die Körperwärme.

Die Stoffumsetzungen im Körper, welche mit einer solchen Summe von Arbeitsleistung, wie das Bergsteigen sie erfordert, verbunden sind, bleiben in den meisten

Fällen nicht ohne Einfluß auf die Blutwärme. Wie wir in dem vorhin angeführten Versuche (I) eines schnellsten Steigens auf 100 m Höhe schon eine namhafte Erhöhung der Blutwärme um 0,6° erfolgen sahen, so tritt bei längerem anstrengenden Bergsteigen eine solche Steigerung der Körperwärme ebenfalls bei den meisten Bergsteigern ein und kann selbst 1 – 2° betragen, d. h. vorübergehend Fieberhöhe erreichen. Allerdings walten hier je nach dem Grade des Geübtseins und je nach dem Grade der Vollkommenheit, mit der alle Lebensvorgänge in den Geweben des Körpers sich abspielen, bei den einzelnen sehr große Unterschiede ob.

Einfluß auf Atmung und Herzschlag.

Die hervortretendste und wichtigste Einwirkung des Bergsteigens ist die auf Atmung und Herzarbeit. Die Atmung wird entsprechend der Summe von Muskelarbeit beim Steigen, wozu noch der größere Sauerstoffbedarf in der Höhenluft kommt, sowohl durch Vermehrung der Atemzüge, als namentlich dadurch eine weit umfangreichere, daß bei jedem Atemzug der Brustkorb nach allen Durchmessern hin mehr erweitert wird. Der Atemumfang wächst daher beim Bergsteigen auf das vielfache gegenüber dem Atemumfang in der Ruhe an.

In gleicher Weise wächst der Umfang der Herzarbeit um das 4 – 5 fache, beides ohne Zutun des Willens auf rein automatischem Wege.

Fig. 447. Korporal C. 1. Form und Lage des Herzens vor dem Bergaufstiege; 2. nach dem Bergaufstiege (600 m). Verschiebung der Herzgrenze nach rechts (links auf der Figur). (Mosso, Der Mensch auf den Hochalpen.)

Fig. 448. Soldat S. Lage und Form des Herzens: 1. im Ruhestande; 2. nach einem kleinen Aufstiege; 3. nach größerem Aufstiege zur Hütte Königin Margerita auf dem Monte Rosa. (Mosso, Der Mensch auf den Hochalpen.)

Allerdings ist die Erhaltung des Gleichgewichts zwischen Anforderung und Leistung in bezug auf die Atem- und Herztätigkeit nicht immer so leicht. Einfach gestaltet sie sich bei durchweg gleichmäßiger Steigung des Weges. Eine solche ist indes nur auf den bequemen Fahrstraßen unserer Mittelgebirge oder bei einer Gestaltung der Bergformen, welche gleichmäßig ansteigende Fußwege anzulegen gestattet, vorhanden. In den meisten Fällen wird aber die Steigung des Weges eine ungleichmäßige sein, steilere bis steilste Strecken wechseln mit sanfterem Anstieg, schlüpfrige Wegstellen, nachgiebiges Geröll, im Hochgebirge auch frischer Schnee, in den man bei jedem Schritt tief einsinkt, vermehren schnell die Muskelarbeit bei den Steigschritten. Hier tritt dann auch leicht vorübergehende Atem- und Herzerschöpfung ein; der Bergsteiger empfindet lästiges Herzklopfen, der Puls wird unregelmäßig, und gleichzeitig eintretende Atemnot hindert das Weitersteigen. Es bedarf dann oft mehrerer Minuten und länger der Ruhe, um die beklemmenden Ermüdungserscheinungen zu überwinden und die Bewegung fortzusetzen. Solche Übermüdung äußert sich am Herzmuskel vor allem auch dadurch, daß das Herz, und zwar in erster Linie das weniger muskelkräftige rechte Herz, sich nicht vollständig bei der

Vorübergehende Übermüdung des Herzens und der Atmung.

Zusammenziehung zu entleeren vermag. Die rechte Herzkammer erfährt infolgedessen eine Erweiterung, so daß der Herzumfang vergrößert wird. Die physikalische Untersuchung der Herzgegend ermöglicht es, die Herzgrenzen beim Lebenden genau festzustellen und auf den Körper aufzuzeichnen. Beistehende Fig. 447 dem Werke von Mosso entnommen, stellt den Umriß des Herzens in der Ruhe und die Veränderung dieses Umrisses durch Bergsteigen ($1^1/_2$ Stunden lang mit einer Belastung von 15 kg) dar. Man sieht deutlich die Verbreiterung des Herzens, sowie daß die Herzspitze nach unten gerückt ist. Ähnliche Einwirkungen zeigt hinsichtlich der Verbreiterung des Herzens Fig. 448, während hier umgekehrt die Herzspitze nach oben verschoben ist.

Überanstrengung des Herzens.

Zur wirklichen Überanstrengung des Herzens d. h. zur dauernden Herzerweiterung und Herzschwäche führen indes nur längere und stark erschöpfende Bergbesteigungen und dann auch wohl nur da, wo geringere körperliche Widerstandskraft schon vorher vorhanden war. Übrigens sterben Alpenbewohner nach vielfachen Angaben ungemein häufig an Herzerkrankungen. —

Berücksichtigung der verschiedenen Steile des Weges.

Um andauernd ohne vorschnelle Ermüdung steigen zu können, muß man der Beschaffenheit des Weges stets Rechnung tragen, und vor allem um so langsamer steigen — sowohl die Schrittzahl in der Zeiteinheit wie die Schrittlänge verringern — je steiler der Anstieg ist.

Körperverfassung und tränierter Zustand.

Die Möglichkeit einer sehr guten Dauerleistung beim Bergsteigen hängt besonders auch ab von der jeweiligen Körperverfassung, und hier namentlich vom Grade des Geübt- oder Träniertseins. Beim noch ungeübten, von starker Muskelarbeit entwöhnten Wanderer ruft eine gleiche Summe von Steigarbeit weit größere Stoffumsetzungen in den Muskelgeweben, größere Kohlensäureausscheidung und umfangreichere, leicht zur Atemnot führende Atemtätigkeit hervor, als dies beim angeübten Bergsteiger oder Fußgänger der Fall ist. Heißt Geübtsein bei Geschicklichkeits- und Kraftübungen eine bestimmte Bewegung unter Vermeidung unnötiger Mitbewegungen mit dem denkbar geringsten Kraftaufwand ausführen, also Kraft sparen, so heißt Geübtsein bei Dauerbewegungen, bei denen es sich um bedeutenden Stoffumsatz handelt, auch Stoff sparen. Zweierlei hat der tränierte Bergsteiger voraus vor dem ungeübten: seine Muskeln arbeiten mit sparsameren Stoffumsatz und seine Lungen sind atemtüchtiger geworden.

Anstrengende Hochtouren bei Ungeübten.

So notwendig für anstrengendere große Bergbesteigungen allmähliche Einübung ist, so wird doch immer wieder hiergegen gesündigt. Leute, die früher einmal sich als gute Bergsteiger bewiesen, aber bei bequemlicher Lebensweise daheim im Flachlande von jeder körperlichen Dauerarbeit wieder entwöhnt sind, benutzen oft genug wenige Ferientage zu einem Ausflug in die Alpen und beginnen, obschon noch gar nicht in der entsprechenden Körperverfassung, sofort mit anstrengenden Hochtouren. Kein Wunder daß solche Leute, weil wenig widerstandsfähig und bald erschöpft, der Bergkrankheit unterliegen und die Ziffer der Unfälle in den Alpen vermehren. —

Atemrhythmus beim Steigen.

Ins Gewicht fällt ferner beim Steigen der Rhythmus der Atmung. Schon beim gewöhnlichen Gehen verbindet sich ganz von selbst der Atemgang irgendwie mit dem Rhythmus des Gehens, so daß auf einen Atemzug stets dieselbe Zahl von Schritten entfällt. Wird bald schnell, bald langsamer gegangen, so tritt eine Störung dieses Verhältnisses ein und wird tatsächlich auch unangenehm empfunden.

Auf bequemen Wegen mit geringerer oder mittlerer Steigung ordnet sich der Atemrhythmus von selbst dem Rhythmus der gleichmäßigen Steigbewegung bei. Ein geübter Bergsteiger macht bei mittlerer Steigung auf jeden Atemzug gewöhnlich drei Schritte. Ist der Weg bergan indes von ungleicher Beschaffenheit, müssen kleinere oder größere Hindernisse, hohe Steine und Steinstufen, Böschungen usw. mit sprung-

haften, ausholenden Steigschritten überwunden oder durch Aufschwingen an einem in der Höhe gefaßten Aste, Festhalten an stärkerem Wurzelwerk usw. erklommen werden, so wird auch der Rhythmus des Atmens gestört und der Atemgang mehr willkürlich. Es ist wesentlich, nach solchen besonderen Unterbrechungen gleichmäßig sich verbindenden Rhythmus der Atem- wie der Steigbewegung wiederzugewinnen.

Aus demselben Grunde ist es bei etwas steilerem Aufstieg rätlich, den rhythmischen Atemgang nicht durch Sprechen, Schreien, Singen – oder durch Rauchen zu beeinträchtigen.

Für Leute mit Kreislaufstörungen (z. B. mit Fettherz, übermäßiger Fettleibigkeit u. dergl.) gibt Oertel die Vorschrift, auf jeden einzelnen Schritt beim Steigen einen Atmungsakt vorzunehmen: auf den einen Schritt immer ein-, auf den andern immer auszuatmen.

Einfluß auf den Blutkreislauf.

In welchem Grade das Bergsteigen die Herzarbeit steigert bis zur Übermüdung hin, sahen wir oben. Es muß aber auch besonders betont werden, daß die Bewegung beim Steigen andererseits die Herzarbeit erleichtert und den Blutumlauf fördert. Und zwar beruht dies darauf, daß die Bewegung des Steigens in hervorragender Weise die Hilfskräfte des Kreislaufs in Tätigkeit setzt. In erster Linie ist hier die Lungentätigkeit zu nennen. Die nach allen Durchmessern hin erfolgende mächtige Erweiterung des Brustkorbes saugt bei der Einatmung jedesmal eine größere Blutmenge zum Herzen hinan und verhindert Stockungen im Blutumlauf. Es sind ferner die rhythmischen Muskelbewegungen des Steigens, die nicht nur an sich den Kreislauf fördern, sondern auch den früher beschriebenen Saug- und Druckapparat, welcher durch die Lage der großen Schenkelblutadern zu den Leistenbändern und zur Schenkelbinde bis zur Kniekehle herab sich ergibt, in hervorragender Weise in Tätigkeit setzen.

Einfluß auf die Blutbildung.

Die vermehrte Atemtätigkeit in reinster Atemluft, die Einwirkung des Sonnenlichtes, die wohltätige Erregung des gesamten Nervensystems tragen weiterhin zur Hebung der Blutbildung, d. h. zur Bereicherung des Blutes mit sauerstofftragenden roten Blutkörperchen bei. Zuntz hat diese schon früher behauptete, aber auch wieder bestrittene Einwirkung der Höhenluft (über 1500 m hinaus) sichergestellt.

Einwirkung auf das Nervensystem.

Was nun endlich die Einwirkungen des Bergsteigens auf das Nervensystem betrifft, so sind diese außerordentlich vielgestaltig. Wohltuend und erfrischend auf das gesamte Nervenleben und damit auf alle Körpertätigkeiten wirken die mit dem Bergsteigen meist verbundenen Gemütsanregungen.

Anregende und schwächende Gefühlsempfindungen.

Zunächst die erhebende Wirkung, welche die wechselnde Fülle von Natureindrücken bietet: Ausblicke bald ins weite Land und über aufragende Gebirge, bald in lauschige Täler und auf großartige Fels- und Waldmassen. Diese Eindrücke steigern sich aufs höchste in der erhabenen Einsamkeit und Majestät des Hochgebirges. Weiter weckt die reine, oft auch stark bewegte und kühle Bergluft ein wohltuendes Gefühl von Frische und, in Verbindung mit den Schwierigkeiten und Mühsalen der Bergersteigung, auch von Regungs- und Kampfesfreudigkeit. Diesen und anderen anregenden und daher die Nervenarbeit erleichternden Gefühlen stehen indes unter Umständen Gefühlseinwirkungen entgegen, welche die Kraft und Leistungsfähigkeit des Nervensystems herabstimmen. Anhaltend ungünstige Witterung, welche jeden Ausblick benimmt, schweres Unwetter, gegen welches man schlecht geschützt ist, ungangbar gewordene Wege und was alles für üble Zufälle den Bergwanderer treffen können, lähmen die Tatkraft und leisten vorzeitiger Ermüdung Vorschub. Solche unglücklichen Ereignisse machen ihren die Nervenkraft herabmindernden Einfluß vor allem geltend im Hochgebirge. Sie verstärken hier wesentlich alle Ermüdungserscheinungen, wie sie durch die starke Muskelarbeit und die stete gespannte Aufmerksamkeit bei

schwierigen Wegen ohnehin schon gegeben sind. Namentlich ist es hier die Bergkrankheit, deren Ausbruch wesentlich durch die Erschöpfung und Ermüdung des Nervensystems mit bedingt ist.

Winke für größere Bergwanderungen.

§ 300. Einige Winke für größere Bergwanderungen.

Wenn hier einige Winke für Bergwanderungen gegeben werden, so sind dabei Wanderungen in unseren größeren Mittelgebirgen, sowie solche Alpenwanderungen ins Auge gefaßt, welche sich auf die mehr gangbaren Pässe und Höhen beschränken. Schwierige Hochtouren erfordern besondere Vorbereitung und Ausrüstung.

Kleidung.

Als Kleidung empfiehlt sich ein Baumwoll- oder Flanellhemd auf bloßem Leibe zu tragen auch für solche, die sonst an Leinenwäsche gewöhnt sind. Wollhemden sind nicht unbedingt zu empfehlen, da sie bei Märschen lästigen Hautreiz verursachen. Da Flanellhemden, fertig gekauft, nach dem Waschen leicht einlaufen und zu enge werden, so lasse man sie sich aus solchem Zeug anfertigen, welches vorher mit warmem Wasser angefeuchtet war und bereits eingelaufen ist. Als Beinbekleidung empfiehlt es sich, Kniehose und lange Strümpfe zu tragen. Das Tragen einer Weste ist überflüssig. Der Rock ist wie das Beinkleid am besten von gutem Lodenstoff, zweireihig, oben geschlossen und nicht zu kurz. Die Taschen seien hinreichend groß und mit Wollstoff gefüttert, wie auch das Rockfutter von leichtem Wollstoff sein soll. Der zweckmäßigste Mantel ist ein rundum geschlossener Wettermantel aus Loden mit Loch in der Mitte zum Durchstecken des Kopfes und seitlichen Schlitzen für die Arme. Der Wettermantel ist zum Schutz gegen Regen wasserdicht zu imprägnieren. Der beste Hut ist ein weicher Filz (solcher aus Hasenhaar ist besonders leicht und angenehm), innen mit einem Woll- oder Flanellstreifen versehen an Stelle des leider noch üblichen ekelhaften Schwitzlederstreifens, der gar nichts taugt. Eine Schnur zur Sicherheit des Hutes bei Sturm darf nicht fehlen.

Schuhwerk.

Ganz besonders ist auf richtige Fußbekleidung zu achten. Der Schuh — am besten derber Schnürschuh — habe breite dicke Sohlen und breite niedrige Absätze. Er muß vollkommen dem Fuß entsprechend gefertigt und bereits etwas auf vorbereitender Wanderung getragen sein. Daß man mit einem neuen und zu engen Schuhwerk keine größeren Bergwanderungen unternehmen kann, versteht sich von selbst. Der Schuh darf aber auch nicht zu weit sein, weil sonst die Zehen nach vorne rutschen und schmerzhaft zusammengedrückt werden (vor allem beim Abstieg), während die Hacke schlappt und leicht die Ferse wund reibt. Vor Antritt der eigentlichen Bergwanderung sind die Schuhe kunstgerecht zu benageln. Die Schuster am Fuße des Gebirges verstehen das richtiger zu machen als die Schuster daheim im Flachlande. Die Schuhe sind nicht zu wichsen, sondern mit Fett einzuschmieren. —

Rucksack und sein Inhalt.

Zum Mitführen aller nötigen Gegenstände gebraucht man den Rucksack aus grobem wasserdichten Leinenstoff, oben mit derber Schnur geschlossen und an Riemen wie ein Tornister getragen. Alle kleineren Gegenstände darin sind am besten in wasserdichten kleinen Säckchen aufzubewahren. Man packe den Rucksack derart, daß da, wo er auf dem Rücken anliegt, die weicheren Sachen liegen.

In den Rucksack kommt die notwendigste Wäsche, wie Hemden, Strümpfe, Schnupftuch usw. Ferner Seife, Kamm, Zahnbürste, Trinkbecher aus Leder, Schere und Nähzeug, Eßbesteck, Notizbuch, Reisehandbuch, Landkarte, Kompaß.

Gegen etwaige leichte Erkrankungen und Verwundungen führe man etwa mit: 1. Dovers̱che Pulver in halben Grammen abgeteilt oder Opiumtinktur gegen Durchfall; 2. ein kleines Fläschchen Kognak; 3. Heftpflaster in einem Blechdöschen;

4. ein Wundpäckchen, bestehend aus antiseptischer Gazekompresse, kleiner Mullbinde und Sicherheitsnadel in wasserdichten Überzug eingenäht; 5. eine Tube Borvaselin oder Borlanolin; 6. eine kleine Blechdose mit Salicyl=Fußstreupulver (auch gegen Wundreiben an den Schenkeln und am Damm zu gebrauchen).

Proviant.

Als Proviant für eine längere Fußwanderung kann man mitnehmen: Speck, Brot, geräucherte und gepreßte Fleischwurst (sogen. Landjäger), Schokolade, Zucker. Als Getränk: Landwein.

Bergstock.

Der Bergstock aus zähem Eschenholz mit Stahlspitze sei zwei Meter lang. Den rechten Gebrauch des Bergstocks zur Förderung des Aufstiegs, zur Hemmung des Abstiegs, zur Überwindung von Gräben und Wildbächen usw. muß man erst lernen. Bei Hochwanderungen tritt an Stelle des Bergstocks der Eispickel.

Vorübung.

Wichtig ist es für die Wanderung, daß man schon einigermaßen dazu angeübt ist. Bevor man in die Berge geht, sollte man daheim durch tüchtige Märsche nicht nur über gute ebene Straßen, sondern auch querfeldein über Stoppelfelder, Gräben, steinige Halden, Gestrüpp usw. sich die nötige Marschtüchtigkeit erwerben. Im Gebirge selbst fange man mit mäßigeren Märschen und geringeren Höhen an, um sich allmählich zur Bezwingung größerer Leistungen zu tränieren.

Zeit und Art des Bergwanderns.

Zur Bergwanderung stehe man in aller Frühe auf, und lege den stärksten Marsch des Tages in den Frühstunden zurück. Auf den Nachmittag verlege man nicht zu viele Marschstunden mehr: das Abendessen mundet und bekommt besser, und der Schlaf ist fester und erquicklicher, wenn man nicht unmittelbar vorher erschöpft angekommen war.

Den Marsch beginne man langsam, und steige überhaupt nur mit mäßiger Geschwindigkeit, aber in ganz regelmäßigem gleichem Gang stundenlang durch. Bei stärkerer Steigung mache man mindestens nach jeder Wegstunde einen Halt von höchstens zehn Minuten und zwar stehend.

Geistige Getränke.

Wer gute Marschleistungen erzielen und stets frisch bleiben will, enthalte sich während der Wanderung jeglichen Übermaßes an geistigen Getränken und gelegentlicher Kneipereien. Am bekömmlichsten ist noch etwas leichter gewöhnlicher Landwein. Gar nichts taugen Bier und Schnaps. Das beste Getränk unterwegs ist etwas Wasser, welches im Gebirge meist in herrlicher Beschaffenheit sich vorfindet. Ferner ist Milch ein vortreffliches Getränk bei der Wanderung, und in den Viehhütten und Gebirgsdörfern stets zu haben. Sie bekommt indes nicht jedem.

Reinlichkeit.

Bezüglich der Körperpflege ist Reinlichkeit allererstes Gebot. Ein kurzes erquickendes Bad nehme man, wo nur die Gelegenheit sich bietet. Oft wird man allerdings mit einer nassen Abreibung des ganzen Körpers sich begnügen müssen. Besonders wichtig ist die Reinlichkeit der Füße — und zu einem Fußbad findet man stets Gelegenheit.

§ 301. Die körperlichen Wirkungen des Abwärtssteigens.

Wirkungen des Abwärtssteigens.

Die Wirkungen des Abwärtssteigens sind denen des Aufwärtssteigens zumeist völlig entgegengesetzt. Beim Aufstieg leistet der Körper ein starkes Maß von Arbeit: die Hebung des Schwerpunktes entgegen der Schwerkraft. Beim Abstieg wird dagegen der Körper gesenkt im Sinne der Schwerkraft. Beim Aufstieg leisten wir eine positive, beim Abstieg eine negative Arbeit. Das Maß der Muskeltätigkeit ist beim Abstieg, wie schon oben ausgeführt wurde, ein geringeres als beim Anstieg.

Örtliche Ermüdung am Knie.

Insbesondere ist sehr viel weniger aktive Muskelverkürzung notwendig, um so mehr aber anhaltende Streckung. Neben der Rückwärtsstreckung des Rumpfes kommt

hier insbesondere in Betracht die örtliche Anstrengung des Streckers des Kniegelenks, welche nötig ist, um dem Fallsturz des Körpers nach abwärts entgegenzuwirken. Diese Anstrengung wird dann auch bei längerem oder schwierigem Abstieg auf sehr abschüssigen Wegen, über nachgiebiges loses Geröll oder schlüpfrigen Boden als Muskel- und Sehnenschmerz über dem Kniegelenk oft recht lästig empfunden. So kommt es, daß der Abstieg trotz geringerer Muskelarbeit oft weit mehr das Gefühl der Ermüdung weckt als der Anstieg. Denn bei diesem ist die Arbeit zwar groß, aber auf viele Muskeln verteilt, während sie hier eine örtlich beschränkte ist. Zu der örtlichen Ermüdung am Knie kommt noch hinzu der schmerzhafte Druck auf die Zehen, hervorgerufen dadurch, daß beim Abwärtssteigen der stark gestreckte Fuß im Schuh nach vorne gleitet.

Einfluß auf Herzschlag und Atmung.

Obschon die etwas nach rückwärts gerichtete Streckhaltung des Rumpfes beim Abstieg für die Einatmung besonders günstig ist, kommt es hier wegen des geringeren Umfangs an aktiver Muskelarbeit nicht zu den mächtigen Einwirkungen auf die Atmung und den Herzschlag, welche das Bergansteigen begleiten. Folgt der Abstieg unmittelbar dem Anstieg, so sinkt die auf der Höhe vorhandene Mehrarbeit des Herzens und der Lungen während des Abstiegs langsam ab und nähert sich der Norm.

Der Lauf.

Begriff des Laufens.

§ 302. Begriff des Laufens.

Unter Laufen verstehen wir eine natürliche Fortbewegungsart des Körpers, welche wie das Gehen durch die Stemmtätigkeit der Beine erfolgt, sich vom Gehen aber dadurch unterscheidet, daß beim Laufen niemals beide Füße zugleich den Boden berühren, also niemals ein Doppelstütz stattfindet. Vielmehr folgen beim

Fig. 449. Kurven vom Lauf des Menschen nach Marey. R Druckkurve des rechten, L des linken Fußes. Kv Linie der senkrechten Erhebungen des Körpers.

Laufen abwechselnd Zeiträume, während welcher ein Bein auf dem Boden steht und durch seine Streckbewegung den Körper hoch und vorwärts wirft, und Zeiträume, während welcher kein Fuß den Boden berührt, also der Körper frei fliegt.

Wie also der Doppelstütz im Augenblick der Übertragung des Schwerpunktes von einem auf das andere Bein — wenn auch bei schnellstem Eilgang fast gleich Null werdend, beim Steigen dagegen stetig anwachsend — das charakteristische Kennzeichen des Gehens bildet, so ist das Freifliegen des Körpers das charakteristische Kennzeichen des Laufs.

Zum Studium der Bewegungen des Laufs wendet man dieselben Untersuchungsmethoden an wie beim Gehen, die graphische und druckmessende sowohl wie die photographische.

Sogenannte chronophotographische Darstellung von Marey.

Marey heftete zur Darstellung der Bewegungen beim Lauf an Kopf und Schultern kleine runde Platten, an die Gliedmaßen ebensolche Streifen von weißem

Metall (s. Fig. 450). Diese erschienen also, wenn der Läufer, im übrigen schwarz gekleidet, vor einem schwarzen Hintergrund laufend in einer Reihe von Aufnahmen hintereinander auf einer Platte photographisch aufgenommen wurde, als weiße Punkte

Fig. 450. Bewegung beim Lauf nach chronophotographischer Aufnahme von Marey.

und Streifen auf schwarzem Grunde. So zeigt eine solche Aufnahme auf einen Blick die fortschreitenden Bewegungen der verschiedenen Körperteile einer Körperseite während mehrerer Laufschritte. Indem man durch Linien die entsprechenden Punkte verbindet, erhält man genaue Kurven, welche die Bewegungen verschiedener Teile des Körpers beim Lauf aufs beste darstellen. — In gleicher Weise untersuchte der verstorbene Anatom Braune in Leipzig den Lauf.

§ 303. Der Bewegungsmechanismus beim Lauf.

Der Bewegungsmechanismus beim Lauf.

a) Die Stemmbewegung der Füße. Die Stemmbewegungen der Beine mittels der Füße folgen abwechselnd und in gleichen Zwischenräumen. Die Stütz-

Stemmbewegung der Füße und ihre Zeitdauer.

Fig. 451. Lauf des Menschen nach Marey. R rechter, L linker Fuß; Kv senkrechte Erhebung des Kopfes. Die Stützzeiten der Füße sind in ein Liniensystem eingetragen (projiziert): Rechter Fuß a b, a_1 b_1; linker Fuß c d, c_1 usw. Zeiten des Freifliegens: b c, d_1 a_1, b_1 c_1.

zeiten sind kürzer als beim Gang, dagegen die Zeiten des Freischwebens des einen oder anderen Beins sind verhältnismäßig länger.

Je schneller sich die Laufbewegungen folgen, um so kraftvoller wird die Stemmbewegung des Fußes gegen den Boden und um so kürzer und flüchtiger die Dauer des Abstemmens. Das Abstemmen des Fußes, welches beim Marsch von

den Mittelfußköpfchen der 2. und 3. Zehe erfolgt, vollzieht sich beim Lauf (und beim Hüpfen) stets vom Mittelfußköpfchen des Großzehs.

Schrittlänge und Schrittgeschwindigkeit bei Marsch und Lauf.

b) Schrittlänge und Schnelligkeit. Die Schrittlänge nimmt beim Lauf stetig mit der Schnelligkeit zu; sie kann von 0,75 m anwachsen bis selbst zu 1,70 m (Demeny). Nachgiebiger z. B. sandiger Boden verkürzt die Schrittlänge, da er einen Teil der Arbeit des Abstemmens absorbiert und unwirksam macht. Beim Marsch dagegen nimmt die Schrittlänge nur bis zum Rhythmus von 150 Schritt in der Minute zu, und nimmt bei noch schnelleren Schritten wieder ab.

Die Gesamtschnelligkeit des Marsches nimmt zu nur bis zu einem Rhythmus von 160 – 170 Schritt in der Minute (121 m bei 75 cm Schrittlänge), ein Rhythmus allerdings, der stark ermüdet. Bei noch schnellerem Rhythmus nimmt die Schnelligkeit des Fortkommens wieder ab.

Beim Lauf dagegen nimmt mit der Schnelligkeit der Schrittfolge auch die der Fortbewegung stetig zu bis zur höchstmöglichen bis jetzt bekannten Leistung von etwa 11 Metern in der Sekunde (100 Meter Lauf in etwas mehr als 9 Sekunden).

Senkrechte Erhebung.

c) Senkrechte Erhebung. Die senkrechten Schwankungen sind beim Marsch, wie früher auseinandergesetzt, um so größer, je länger der Schritt ist, denn das Becken muß um so mehr gesenkt werden, je ausgreifender der Schritt ist, während die Höhe der höchsten Erhebung – Passieren der Senkrechten – bei allen Schnelligkeiten des Streckganges stets dieselbe ist.

Beim Lauf dagegen liegt die Sache umgekehrt: Hier vermindern sich die senkrechten Schwankungen mit der Länge des Laufschrittes.

Fig. 452. Chronophotographische Aufnahme des Laufs (langsamer Lauf) nach Demeny. St Zeit des Stützens, Fr des Freifliegens, in deren Mitte die Stützzeit des anderen Beines fällt.

Die höchste Erhebung des Kopfes findet beim Marsch also während der Stützzeiten statt; beim Lauf dagegen zwischen zwei Stützzeiten während des Freifliegens.

Verschiedene Ergebnisse von Marey und Demeny über die senkrechte Erhebung beim Lauf.

Letztere Angabe von Demeny widerspricht direkt den von Marey gegebenen Kurven (s. Fig. 451). Denn nach diesen erreicht der Kopf seine höchste Erhebung mitten während des Stemmens und fällt in dem Augenblick, wo der Fuß sich vom Boden zu heben beginnt, bevor der andere schon niedergesetzt ist, d. h. während

der Zeit des Freifliegens. Nach den von Marey gemachten Angaben sollten die Beine nach der Stemmbewegung unter dem Rumpf hinweggezogen werden, so daß der Körper während des Freifliegens einfach fällt.

Demeny erklärt diesen Widerspruch mit Mängeln der aufzeichnenden Apparate von Marey und der Schwierigkeit, die Aufzeichnungen richtig zu deuten. In den von ihm gegebenen Kurven beschreibt der Kopf und insbesondere das Becken übrigens auch nicht immer eine reine Parabel, deren Scheitel in der Mitte des Freifliegens liegt. Vielmehr rückt hier die größte Erhebung in den Anfang des Freifliegens (Fig. 452). Wie dem auch sei: Die von Marey verworfene ältere Anschauung, wonach der Lauf als eine Folge sprungartiger Bewegungen anzusehen ist, scheint nun doch wieder mehr zu Ehren zu kommen.

Bewegungen der unteren Gliedmaßen.

d) Bewegungen der unteren Gliedmaßen. Im Augenblick des Aufstützens ist das aufstützende Bein beim Marsch stets in annähernder Streckung — beim Lauf stets gebeugt; umgekehrt ist im Augenblick des Abstoßens das abstoßende Bein beim Marsch stets gebeugt (s. o.), beim Lauf dagegen um so mehr gestreckt, je schneller die Laufbewegung ist.

Wenn das Becken die Senkrechte passiert (5 und 6 sowie 15 und 16 in Fig. 406), ist beim Marsch das schwingende Bein nur ganz leicht gebeugt, so daß der Fuß knapp über dem Boden gleitet: Beim Lauf dagegen aufs stärkste gebeugt, bis zum Anfersen des Fußes bei heftigem Lauf.

Aufsetzen des Fußes.

e) Aufsetzen des Fußes. Beim natürlichen Marsch erreicht der ausschreitende Fuß stets zuerst mit der Ferse den Boden. Beim Lauf kann dagegen der Läufer entweder mit der Fußspitze den Boden zuerst erreichen, oder die ganze Sohle aufsetzen, oder zuerst mit der Ferse Boden gewinnen. Im letzteren Falle ist der Laufschritt am längsten, während beim Aufsetzen der Fußspitze zuerst der Laufschritt entsprechend kleiner wird (Fig. 453). Welche Vor- und Nachteile mit der verschiedenen Art des Aufsetzens der Füße beim Lauf verbunden sind, wird unten noch erörtert werden.

Fig. 453. Lauf mit Aufsetzen der Ferse zuerst. — Nach Augenblicksaufnahme von Anschütz.

Je schneller die Laufbewegung wird, um so weniger werden die Füße beim Aufsetzen nach auswärts gewendet. Bei schnellstem Lauf werden sie vielmehr geradeaus und parallel gesetzt.

Drehung des Rumpfes.

f) Drehung des Rumpfes. Die Drehung des Rumpfes ist beim Lauf viel beträchtlicher als beim Marsch. Sie kann während des Freifliegens bis zu 45° gehen und ist = 0, wenn die Arme (in der Mitte des Aufstützens) die Senkrechte passieren. Dabei bewegen sich die Schultern in umgekehrter Richtung wie die Schenkel: ist das rechte Bein vorgebracht, so ist die rechte Schulter zurück-, die linke Schulter vorgedreht, und umgekehrt: genau so wie dies auch beim Marsch der Fall ist.

Beugung der Arme.

g) Beugung der Arme. Die Arme bewegen sich mit den Schultern im umgekehrten Sinne wie die Beine. Der Ellbogen steht am weitesten nach hinten, wenn das gleichsinnige Bein vorne aufgesetzt wird, er schwingt am weitesten nach vorn, wenn das abgestemmte Bein am stärksten im Kniegelenk gebeugt ist. Jedoch hängen die Arme beim Lauf nicht herab, wie beim Marsche, sondern werden um so mehr — meist im rechten Winkel — gebeugt, je schneller der Lauf ist. Diese schon unwillkürlich eingenommene Armhaltung legt die Oberarme und Schulterblätter so weit fest, daß die hier ihren Ursprung nehmenden und zur Brust ziehenden Hilfsatem-

Fig. 454. Der Stütz bei den verschiedenen Fortbewegungsarten nach Marey. Die Stützzeiten des rechten Fußes schwarz, die des linken schraffiert angegeben. Zu beachten: Beim Steigen (II) ist der Doppelstütz größer als beim Gehen (I). Die Zeiten des Freifliegens sind bei langsamem (III) und schnellem (IV) Lauf gleich groß. Sie bleiben auch gleich groß beim Hüpfspringen von einem Fuß, gleichviel ob das Hüpfen langsamer oder schneller (mit flüchtigem Stütz) erfolgt.

muskeln bei der sehr starken Atemtätigkeit, welche der Lauf verlangt, mit beteiligt werden können.

Neigung des Rumpfes.

h) Neigung des Rumpfes. Der Rumpf wird beim Lauf während des Beginns der Stützzeit ein wenig nach vorne geneigt, meist aber nicht über 5° hinaus. Nur beim Laufen gegen den Wind ist die Vorwärtsneigung zur Überwindung des Luftwiderstandes eine etwas größere.

5 4 3 2 1

9 8 7 6

Fig. 455. Bewegungen beim Lauf nach photographischer Reihenaufnahme.

Horizontale Schwankungen des Beckens.

i) Horizontale Schwankungen des Beckens. Die beim Gehen und Steigen so stark ausgesprochenen horizontalen Schwankungen von rechts nach links und umgekehrt verschwinden beim Lauf um so mehr, je schneller der Lauf ist. Bei schnellstem Lauf wird das Becken fast in einer Linie geradeaus nach vorne getragen.

§ 304. Die Arbeitsleistung beim Lauf.

Arbeitsleistung beim Lauf.

Die Arbeitsleistung beim Lauf ist eine sehr große. Schon die einfache Überlegung zeigt, daß die Zurücklegung z. B. von 100 Metern in 11—13 Sekunden auf einen Atemzug, wie dies der geübte Läufer vermag, mit anderen Worten das Dahinschnellen eines Körpergewichts von 60—75 Kilogramm über eine Strecke von 100 Metern oder 320 Fuß in nur wenigen Sekunden, lediglich durch die eigenen Hilfsmittel des menschlichen Leibes, eine ungemeine Leistung ist, ja eine Leistung, gegen welche alle anderen möglichen Kraftstücke, wie z. B. das Heben schwerster Lasten, das Stemmen schwerer Gewichte, das Werfen großer Steinquadern, schwere Reck- und Barrenübungen usw. als Kraftleistung verblassen müssen. Man kann wohl bezüglich des 100 Meter-Laufs – über keine andere Laufstrecke erlangt der Körper eine größere Durchschnittsgeschwindigkeit – sagen, daß zu einer größeren Kraftleistung in gleich kurzer Spanne Zeit unser Körper überhaupt nicht mehr fähig ist. Künstliche Beförderungsmittel, wie Fahrrad, Ruderboot, Schlittschuh, usw., kommen hier natürlich nicht in Vergleich.

Abschätzung nach kg-M.

Man hat die Arbeitsleistung beim Lauf für 75 Kilo Körpergewicht bei 300 Laufschritten in der Minute folgendermaßen für jeden Laufschritt abzuschätzen versucht:

1.	Horizontale Vorwärtsbewegung	18,4 kg-M.
2.	Senkrechte Erhebung	2,3 „
3.	Schwingungen der Gliedmaßen	3,4 „
		24,1 kg-M.

Das ergäbe für die Minute eine Arbeit von

$$300 \times 24{,}1 = 7230 \text{ kg-M.}$$

Also eine Arbeit gleich der, 72 Doppelzentner einmal einen Meter hoch zu heben — oder 100 Pfund 144 mal.

Vergleich mit der Arbeitsleistung beim Gehen.

Die Gesamtarbeit in der Zeiteinheit ist beim Lauf natürlich eine weit größere als beim Gehen, weil erstens die Schritte weit häufiger sind, und zweitens jeder Schritt eine größere Arbeit erfordert.

Nur bei langsamerem Lauf, etwa von 180 Laufschritten und weniger in der Minute, wird die Laufarbeit, vor allem die Arbeit der horizontalen Fortbewegung, eine geringere, ja sie sinkt unter den Arbeitsaufwand beim Gehen in gleicher Geschwindigkeit herab. Daraus ergibt sich, daß für gewisse Schnelligkeiten, die noch mit schnellem Gehen erzielt werden können, gleichwohl der Lauf vorteilhafter ist, da er diese Schnelligkeit mit einem geringeren Arbeitsaufwand erzielt und weniger dabei ermüdet, als dies bei entsprechend schnellem Gang der Fall ist. Diese Grenze fühlen wir leicht von selbst heraus. Sowie der Eilgang über einen gewissen Grad von Schnelligkeit hinausgeht, werden wir uns bewußt, daß der Lauf dasselbe in bequemerer Weise leistet, und fast unwillkürlich geht dann die Bewegung des Gehens in die des Laufens über. Die günstigste Taktfolge in bezug auf Ausnutzung der Muskelarbeit zu schnellstem Fortkommen liegt für den Marsch in dem Rhythmus von 120 – 150 Schritten in der Minute, für den Lauf im Rhythmus von 220 – 250.

Allerdings ist es nicht nur der geringere Arbeitsaufwand in Meter-Kilogrammen, welcher uns langsamen Lauf schnellstem Gehen vorziehen läßt, sondern auch der Umstand, daß schnellstes Gehen angespannte Willensarbeit erfordert, während die entsprechende Laufbewegung sich halbautomatisch vollzieht und auch dadurch weit bequemer ist.

Schnelligkeit des Laufs.

§ 305. Schnelligkeit des Laufs.

Verhältnis der Laufschnelligkeit zu Schrittdauer und Schrittlänge.

Als Ergebnis zahlreicher Versuche konnte Marey folgende Ziffern zusammenstellen, welche das Verhältnis der Laufschnelligkeit zur Schrittlänge und Schrittdauer dartun.

Schritte in der Minute	Schrittlänge	d. i. eine Geschwindigkeit in der Minute von:	Es würden so zurückgelegt 100 Meter in:	1 Kilometer in:
140	0,675 m	94,5 m	63 Sek.	10 Min. 34 Sek.
180	0,925 „	166,5 „	36 „	6 „ 3 „
200	1,05 „	210 „	28 „	4 „ 45 „
220	1,165 „	256,3 „	23 „	3 „ 54 „
240	1,33 „	319,2 „	18,8 „	3 „ 8 „
280	1,51 „	422,8 „	14 „	2 „ 21 „

Die beim Lauf erzielte Geschwindigkeit kann außerordentlich wechseln. Es ist, wie die mitgeteilten Messungsergebnisse zeigen vor allem die Schrittlänge, welche

bei zunehmender Laufgeschwindigkeit um das Mehrfache anwachsen kann, während die Schrittdauer in geringerem Maße sich ändert. Denn, wie wir sahen, ist es nur die Zeit des Abstemmens, welche hier gekürzt werden kann, während die Zeit des Freifliegens so gut wie dieselbe bleibt. Daraus geht für die Übung im schnellsten Lauf als wesentlich hervor, daß der Läufer vor allem lernen soll, große Laufschritte zu machen.

Begrenzung der Laufschnelligkeit durch die Laufdauer.

Die Schnelligkeit des Laufs kann aber nicht ins Ungemessene gesteigert werden, sondern hat ihre natürliche Begrenzung darin, wie lange oder wie weit die Laufbewegung fortgesetzt werden soll.

Die höchstmögliche Laufgeschwindigkeit kann nur erreicht werden, wenn über eine bestimmte kurze Strecke gelaufen wird. Je länger die Laufstrecke wird, um so mehr muß die Laufgeschwindigkeit gemäßigt werden, wenn anders das vorgesetzte Ziel erreicht werden soll. Es waltet in bezug hierauf eine bestimmte Gesetzmäßigkeit ob, welche am besten aus den auf Sportplätzen erreichten Höchstleistungen im Lauf sich nachweisen läßt.

Höchstleistungen im Lauf.

Die von Berufsläufern wie von hervorragend leistungsfähigen Liebhabern erreichten Höchstleistungen (Rekords) im schnellen Lauf sind das Ergebnis sorgfältigster ausschließlicher Vorbereitung und Übung. Der Umstand, daß schon vor langen Jahren erzielte Höchstleistungen auch bei der hingebendsten Vorbereitung später meist gar nicht mehr, oder höchstens über die eine oder andere Strecke noch um Bruchteile einer Sekunde übertroffen werden konnten, trotz der zahlreichen Wettkämpfe, die alljährlich allenthalben stattfinden, der Umstand ferner, daß alle diese anerkannten höchsten Leistungsziffern zusammengestellt sich in eine ganz gesetzmäßig abgestufte Reihe bringen lassen, beweist, daß tatsächlich diese sportlichen Höchstleistungen der Ausdruck dessen sind, was der menschlichen Bewegungsmaschine auch unter den denkbar günstigsten Vorbedingungen überhaupt zu leisten möglich ist. Insofern wohnt also diesen „Rekordzahlen", wenigstens für eine so vielgeübte Bewegung, wie es der Lauf ist, ein unbedingter wissenschaftlicher Wert bei.

Stellen wir nun eine Übersicht über die Leistungen in den meistgeübten Strecken zusammen, so ergibt sich folgende Reihe:

		Höchsterzielte Leistungen: Minuten:	Sekunden:			Durchschnittsgeschwindigkeit:	
45,7 m	in	–	5,50	d. s.	100 m	in	12,0 Sekunden
68,5 „	„	–	7,75	„	100 „	„	11,3 „
91,4 „	„	–	**9,25**	„	100 „	„	**10,12** „
201,0 „	„	–	21,20	„	100 „	„	10,54 „
402,0 „	„	–	47,75	„	100 „	„	11,87 „
804,0 „	„	1	53,40	„	100 „	„	14,11 „
1609,0 „	„	4	12,75	„	100 „	„	15,70 „
3218,0 „	„	9	11,50	„	100 „	„	17,14 „
6436,0 „	„	19	25,40	„	100 „	„	18,10 „
12872,0 „	„	40	45,75	„	100 „	„	19,00 „
25744,0 „	„	88	14	„	100 „	„	20,56 „

Diese vergleichende Übersicht lehrt folgendes:

100 Meter-Strecke.

1. Die Strecke von 91,4 oder sagen wir in runder Ziffer die Laufstrecke von 100 Metern ist diejenige, bei welcher überhaupt die größtmögliche durchschnittliche Laufgeschwindigkeit zu erzielen ist.

2. In gesetzmäßiger Weise vermindern sich die möglichen Laufgeschwindigkeiten, je kleiner als 100 Meter die Laufstrecken werden, oder je weiter sie darüber hinausgehen.

Die Gründe hierfür sind verschiedene: bei den längeren Strecken ist es die Rücksicht auf die Herz- und Lungentätigkeit, welche eine in der Länge der Strecke zunehmende Mäßigung der Laufgeschwindigkeit verlangt.

Bei den kürzeren Strecken ist es dem Läufer noch nicht möglich, die volle Laufgeschwindigkeit zu erlangen, da diese sich erst nach einigen Sekunden ganz erreichen läßt. Denn man kann nicht aus der Körperruhe ganz unmittelbar in die äußerste Laufgeschwindigkeit übergehen. Mag der Ablauf oder der „Start" noch so häufig geübt sein — und beim Lauf über kürzeste und kurze Strecken ist unablässige Übung schnellsten und plötzlichen Ablaufs der wichtigste Teil der Vorbereitung —, die volle Wucht des Vorwärtsschießens erlangt der Körper erst, nachdem er über die ersten Sekunden der Laufbewegung hinaus ist, sich „eingelaufen" hat. Erst dann arbeiten die Nerven und Muskeln mit der höchsterreichbaren Energie der Vorwärtsbewegung.

Ablauf.

3. Bei einer Laufgeschwindigkeit, welche bereits um die Hälfte geringer ist als die Höchstschnelligkeit der 100 Meter-Strecke, also bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 20,6 Sekunden für 100 Meter (und 3 Minuten 15,6 Sekunden für den Kilometer), ist bei einem durchgeübten tränierten Läufer das Gleichgewicht zwischen den Anforderungen der Laufbewegung und der Leistungsfähigkeit von Herz und Lungen so weit hergestellt, daß der Lauf in diesem Schnelligkeitsmaße über eine Stunde ununterbrochen durchgeführt werden kann. Darnach würden wir also eine Laufbewegung von höchstens 210—230 Laufschritten in der Minute, jeder Schritt 1,2—1,3 m groß als „Dauerlauf" bezeichnen. Wird der Dauerlauf noch ausgedehnter, so muß auch die Schnelligkeit noch mehr herabgemindert werden. Bei nicht tränierten, wenn auch laufgeübten Fußballspielern und Turnern sind übrigens jene Unterschiede weit bedeutender: hier würde ein Dauerlauf über 18 Kilometer in anderthalb Stunden, mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 30 Sekunden für je 100 Meter (statt 18—20 Sekunden beim entsprechenden sportlichen Dauerlauf) schon eine ganz achtenswerte Leistung bedeuten.

Geschwindigkeit beim Lauf von mehr als einer Stunde Dauer.

Körperliche Einwirkung des Laufs.

§ 306. Körperliche Einwirkung des Laufs.

Der Lauf ist die wirksamste aller Schnelligkeitsübungen. Er kann bei stärkerer Mäßigung in der Schnelligkeit ebenso wie die anderen Schnelligkeitsübungen zur Dauerübung werden.

Die körperlichen Einwirkungen des Laufs leiten sich aus dem Umstande her, daß der Lauf in außerordentlich kurzer Zeit schon größte Arbeitssummen zu leisten verlangt. Da aber diese Arbeit eine auf große Muskelmassen verteilte ist und keinen der beteiligten Muskeln bis zur Höchstleistung in Anspruch nimmt, so tritt hier die Muskelanstrengung zurück gegen die Beeinflussung der Lungen- und Herztätigkeit.

Einwirkung auf die Atmung.

a) Einwirkung auf die Atmung. Die bei schnellstem Lauf so plötzlich entfaltete Energie bedingt ein entsprechendes plötzliches Auftreten großer Mengen von Kohlensäure, welche nur durch angestrengte Atmung aus dem Körper entfernt werden kann. Selbst bei ganz kurzen Laufstrecken über 150 und 200 Meter, die in 20 bis 25 Sekunden von guten Läufern durcheilt werden, genügt die Arbeitsanforderung an die Lungen, um die vor dem Lauf ruhige und normale Atmung in diesen wenigen Sekunden bis zur Atemnot zu steigern. Dabei sind die Lungen stark blutüberfüllt, der Atemgang ändert sich derart, daß die Einatmung länger, tiefer und schnappend wird, die Ausatmung ganz kurz und stoßend. Eben noch stand der Läufer ruhig

atmend an der Ablaufstelle und, nach kürzester Spanne Zeit am Ende der Laufbahn angelangt, sieht man ihn krampfhaft nach Atem ringen, mit den Händen womöglich nach einem festen Gegenstand greifend, um durch Festlegen der Arme möglichst die Hilfsatemmuskeln der Brust an der Atemarbeit zu beteiligen. Dies Bild dauert allerdings nur ganz kurze Zeit. Die Atmung wird, wenn auch zunächst noch beschleunigt und vertieft, schon nach wenigen Minuten wieder regelmäßig und kehrt dann langsam zum gewohnten Atemgang, wie er vorher bestand, zurück.

Anders, wenn über eine längere Strecke mit verminderter Schnelligkeit gelaufen wird. Hier muß der Läufer mit der Atemfähigkeit seiner Lungen hauszuhalten wissen, muß seine Schnelligkeit mäßigen, sowie er ein beginnendes Versagen der Atemkraft spürt. Wollte einer mit derselben Höchstschnelligkeit, mit der er 100 Meter zurücklegt, auch über einen Kilometer laufen, so würde die Atemerschöpfung ihn nicht zum Ziel gelangen lassen, sondern zu vorzeitigem Halten zwingen.

Fig. 456. Wettlauf über 200 Meter. Normale Pulskurve vorher.

b) Einwirkung auf den Herzschlag. Ebenso plötzlich wie die Atmung wird auch die Herzarbeit bis zur Höchstgrenze der Leistungsfähigkeit und bis zur beginnenden Übermüdung hin angestrengt, wenn der Lauf zur größtmöglichen Schnelligkeit gesteigert ist. Der Pulsschlag, vor dem Lauf ruhig und kräftig, 60—65 Schläge in der Minute zählend, schnellt schon nach den wenigen Sekunden, welche das schnellstmögliche Zurücklegen einer Strecke von beispielsweise nur 200 Metern erfordert, hinauf auf eine Ziffer von 160—180 ja selbst von 200 und mehr Schlägen auf die Minute berechnet. Der Pulsschlag wird dabei ganz klein, schwer fühlbar und weniger gespannt, so daß die Schlagader sich leicht zusammendrücken läßt. Nicht nur das. Die so stark beschleunigten Herzschläge werden auch unregelmäßig und ungleich, setzen hier und da aus: erste Anzeichen einer beginnenden Herzerschöpfung.

Einwirkung auf die Herzarbeit.

Letztere äußert sich auch dadurch, daß das so plötzlich überangestrengte und ermüdende Herz keine genügende Blutmenge mehr in das Adersystem zu treiben vermag: die Lungen sind, wie schon erwähnt, blutüberfüllt, was die Atemnot vermehrt; die Schlagadern der Haut sind dagegen blutleer, so daß ein wenig angeübter Wettläufer meist mit todbleichem erdfahlem Antlitz am Ziel anlangt.

Fig. 457. Wettlauf über 200 Meter. 1—2 Minuten nach Ankunft am Ziel. Pulszahl in der Minute 140.

Allein auch diese Erscheinungen verlieren sich schnell in der Ruhe: die Pulswelle wird nach wenigen Minuten stärker, die Pulsschläge werden wieder regel-

mäßig, das Antlitz rötet sich wieder, nur die Häufigkeit des Pulses bleibt noch auf längere Zeit eine größere, als sie vor dem Lauf war.

Fig. 458. Wettlauf über 200 Meter. Normale Pulskurve vorher.

Pulskurven von Kolb.

Diese Einwirkungen eines kurzen schnellsten Laufs werden leicht ersichtlich aus den Kurven, die G. Kolb mittels des Pulszeichners oder Sphygmographen gewonnen hat. In den beistehenden Figuren 456 – 461 sieht man jedesmal die normale

Fig. 459. Wettlauf über 200 Meter. 30 Sekunden nach Ankunft am Ziel. Pulszahl 180.

Pulskurve vor dem Lauf und darunter die bezeichnenden Veränderungen dieser Kurve nach einem Wettlauf über 200 Meter von verschiedenen Läufern aufgenommen. Die 200 Meter-Strecke wurde in 25 – 27 Sekunden zurückgelegt.

Fig. 460. Wettlauf über 200 Meter. Normal vorher.

Wie die Lungenermüdung, so ist es auch die vorzeitige Herzermüdung, die vermieden werden muß, wenn längere Strecken zu durchlaufen sind, und auch diese Rücksicht zwingt dazu, die Laufgeschwindigkeit dann entsprechend zu mäßigen.

Fig. 461. Wettlauf über 200 Meter. Unmittelbar nach Ankunft am Ziel. Anfängliche Pulsziffer 250.

Lauf als reine Schnelligkeitsübung.

Es führt somit der Lauf als reine Schnelligkeitsübung, d. h. mit höchstmöglicher Schnelligkeit ausgeführt, jedesmal bis zur Höchstgrenze der Leistungsfähigkeit von Lungen und Herz – mag der Lauf nun über eine kürzere oder längere Strecke gehen. Der Unterschied besteht nur darin, daß bei ganz kurzen Strecken bis zu 100 Metern die Muskulatur der Beine imstande ist, die größte Energie der

Schnelligkeit, deren sie überhaupt fähig ist, zu entfalten, während die Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit der Lungen und des Herzens von da ab in zunehmendem Grade eine Mäßigung der Laufgeschwindigkeit gebietet.

Lauf als Dauerübung.

Wird die Laufgeschwindigkeit so weit gemäßigt, daß die Tätigkeit von Herz und Lunge zwar auf eine gewisse Höhe anwächst, von da aber nicht weiter steigt, sondern das Gleichgewicht zwischen Anforderung und Leistung zu halten vermag, so kann in diesem Zeitmaß längere Zeit gelaufen werden, ohne daß der Laufbewegung eine bestimmte Grenze gesteckt ist: die Schnelligkeitsbewegung wird zur Dauerbewegung, zum Dauerlauf.

Einwirkung auf den Stoffwechsel.

c) Die Einwirkung auf den Stoffwechsel ist natürlich um so größer, je andauernder und je schneller der Lauf. Sie hängt ferner ab vom Grade des Geübtseins. Tränierte Läufer laufen mit sparsamerem Stoffverbrauch als ungeübte. Die beim Dauerlauf immerhin sich schließlich einstellende örtliche Ermüdung der Beinmuskulatur wie auch der Atemmuskeln gestattet nicht, mittels des Dauerlaufs Arbeitssummen von der Höhe zu erreichen, wie wir sie früher beim Bergsteigen und beim Marschieren kennen gelernt haben. Dabei ist von ganz ausnahmsweisen Leistungen, wie sie von tränierten Berufsläufern und Sportsleuten bekannt sind, natürlich abzusehen. So lief z. B. A. W. Sinclair im Jahre 1884

90 englische Meilen = 144,8 Kilometer in 15 Stunden,

und J. Saunders im Jahre 1882

100 englische Meilen = 160,9 Kilometer in 17 Stunden 36 Minuten 14 Sekunden,
120 " " = 193 " " 22 " 47 " 23 "

Zum Vergleich diene der Marsch von Karl Mann aus Berlin, Pfingsten 1902 (Wettmarsch Dresden-Berlin):

202 Kilometer in 27 Stunden 12 Minuten.

Erwähnt sei noch der bei den „Olympischen Spielen" übliche „Marathon-Lauf" über 40 – 42 km. Die beste Leistung erzielte über diese Strecke — allerdings auf der Rennbahn – der Berufsläufer Hurst, welcher 40 km in 2 Stunden 26 Minuten 48 Sekunden zurücklegte (1900 Paris).

Bei derartigen übergroßen Leistungen im Dauerlauf ist natürlich auch der Umfang des Stoffwechsels ein entsprechend beträchtlicher. Indes kommt in Betracht, daß es sich in diesen Beispielen um sorgfältig angeübte Leute mit tränierter Muskulatur handelt, bei welcher solche Anstrengungen mit sparsamstem Stoffverbrauch vor sich gehen, was gleichzeitig einer entsprechenden Schonung der Atem- und Herzarbeit entspricht. Für nicht geübte Leute, mögen sie auch sonst noch so muskelkräftig sein, sind derartige Dauerleistungen einfach undenkbar. –

Einwirkung auf den Kreislauf.

d) Auf den Blutkreislauf wirkt die Bewegung des Laufs, so lange das Herz noch nicht angestrengt ist, also beim mäßigen Dauerlauf, ähnlich belebend und fördernd, wie dies auch die Bewegung des Steigens sowie der Eilmarsch bewirken.

Kräftigung der Beinmuskeln.

e) Daß der Lauf endlich eine entsprechende Kräftigung der Beinmuskulatur mit sich führt, bedarf bei dem Umfang der Muskeltätigkeit der Beine keines weiteren Beweises. Dabei mag hervorgehoben werden im Anschluß an früher Gesagtes, daß bei regelmäßiger Pflege des Laufs die Muskeln der Beine weniger stark an Masse, wie an Festigkeit und damit an Ausdauer gewinnen. Die Beine vorzüglicher Läufer scheinen oft merkwürdig dünn und schmächtig, aber ihre Muskeln erweisen sich bei näherem Zusehen als außergewöhnlich hart und sehnig.

§ 307. Die gesundheitlichen Vorzüge des Laufs.

Die gesundheitlichen Vorzüge des Laufs.

Aus der Aufzählung der besonderen körperlichen Einwirkungen ergeben sich die gesundheitlichen Vorzüge des Laufs von selbst. Sie bestehen darin, daß vor allem die Entwicklung und Kräftigung des Herzens und der Lungen durch den Lauf in einem Umfange gefördert wird, wie kaum durch eine andere Art von Übungen. Wenigstens gilt dies, wie noch näher dargetan werden soll, für bestimmte Lebensalter.

Entwicklung der Lungen.

Für die Entwicklung der Lungen ist es ohne Zweifel von Belang, daß nicht nur wie beim Marschieren, Bergsteigen usw. ein größerer Bruchteil der Atemfläche als für gewöhnlich in Tätigkeit tritt, und infolge der vermehrten und vertieften Atmung am Atemgeschäft beteiligt wird, sondern daß die Lunge zur Höchstarbeit veranlaßt wird. Wenigstens ist dies stets der Fall, wenn der Lauf als reine Schnelligkeitsübung betrieben wird. Alles, was nur verfügbar ist an Atemfläche im Lungengewebe, wird dann zur Atemtätigkeit herangeholt, kein Teil der Lunge, keine Gruppe von Lungenbläschen bleibt ganz ungenutzt liegen. Alle Lungenteile erhalten also in gleicher Weise eine starke Anregung zum Wachstum.

Kräftigung der Muskulatur des Herzens.

Ebenso bedeutsam ist der Lauf für die Entwicklung der Muskulatur des Herzens. Wenngleich das Herz unaufhörlich arbeitet, so lange der Mensch lebt, mithin der bestträniertе Muskel des Körpers ist, so bedarf daß Herz, vor allem das noch im Wachstum begriffene Herz, um eine hervorragende Leistungsfähigkeit und Stärke seiner Muskulatur zu gewinnen, zeitweise stärkerer Anregungen, wie solche durch eine bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit gehende Herzarbeit geboten werden.

Welche Bedeutung eine möglichst vollkräftige Entwicklung der Atem- und Kreislauforgane für die ungestörte Gesundheit, für die Widerstandskraft gegen krankmachende Einflüsse und wirklich ausgebrochene Krankheiten, für die uneingeschränkte Leistungs- und Genußfähigkeit in allen Lebenslagen besitzt, liegt auf der Hand.

Zu den gesundheitlichen Vorzügen des Laufs zählt weiter die lebhafte Steigerung des Kreislaufs und der Stoffwechselvorgänge im Körper.

Nicht alle Lebensalter sind gleich befähigt für den Lauf und werden in gleicher Weise seiner wohltätigen Erfolge gleich teilhaftig.

Wirksamkeit des Laufs bei der Jugend vor vollendeter Reife.

Am wirksamsten ist unzweifelhaft die Laufbewegung für die Jugend vor und in der Reifeentwicklung. Ja der Lauf ist hier geradezu ein Lebensbedürfnis. Das heranwachsende Kind ist stets zum Laufe aufgelegt. Wo nur die Absicht vorwaltet, irgend einen Weg schneller zurückzulegen, da ist ein frischer Junge auch schon längst am Laufen und Rennen — das kostet ihn keinen Entschluß weiter, wie dies bei dem Erwachsenen in solcher Lage stets wohl der Fall ist. Die Summe von Lauftätigkeit, welche der heranwachsende Knabe und Jüngling stundenlang auf dem Spielplatze in steter Frische unermüdet leistet, ist dem voll Erwachsenen zu leisten nicht mehr möglich. Der Grund dazu liegt in den Kreislaufverhältnissen, wie sie vor vollzogener Entwicklung bestehen. Verhältnismäßig weiten Pulsadern entspricht hier ein verhältnismäßig kleines Herz, dessen Arbeit sich aber bei dem geringen vorhandenen Blutdrucke ungemein leicht vollzieht. Daher ist das Kind zu schnellem kurzen Lauf besonders befähigt und kann ihn nach kleinen Pausen immer wieder von neuem leisten. Dagegen ist ein anhaltender, erschöpfender Dauerlauf, der sich über ganze Stunden ausdehnt, für die Jugend ungeeignet. Denn solcher Dauerlauf bewirkt umfangreiche Stoffumsetzungen im Körper: das Kind benötigt aber einen großen Teil der Stoffvorräte des Körpers neben dem Unterhalt der Lebensvorgänge zum Stoffansatz, d. h. zum Wachstum. Erschöpfende Dauerleistungen der Jugend zu-

muten heißt genau so, wie dies auch bei Kraftübungen der Fall ist: das Wachstum stören.

Lauf bei den Erwachsenen.

Beim *Erwachsenen* nach vollendeter Entwicklung kehrt sich bis zum reifen Mannesalter (um das 30. Lebensjahr) hin das Verhältnis von Weite der Blutgefäße zur Größe des Herzens allmählich um. Die Pulsadern sind verhältnismäßig enge zu dem verhältnismäßig großen Herzen: das Herz muß eine weit größere Arbeit aufwenden, um seinen Inhalt an Blut in das enge Pulsadersystem zu pressen. Der Blutdruck in den Schlagadern ist darum beim Erwachsenen ein weit stärkerer als beim Kinde. Es ist eine Folge dieser Verhältnisse, daß beim Erwachsenen weit eher infolge von Schnelligkeitsübungen eine Störung der Herz- und Lungentätigkeit eintritt und weit eher Atemnot sowohl wie kleiner unregelmäßiger Puls nach einer Schnelligkeitsbewegung sich einstellt. Namentlich macht in diesem Alter der Mangel an Übung sich viel verhängnisvoller als vor der Reife geltend, indem selbst ganz geringfügige Leistungen dem Ungeübten, vom Laufen Entwöhnten, schon heftige Atemnot verursachen.

Dagegen ist der vollkräftige Jüngling und Mann schon eher zu *Dauerleistungen* im Lauf befähigt.

Lauf im überreifen Alter über 40.

Sowie aber mit dem 40—50. Lebensjahre die *Wände der Pulsadern*, beim einen früher, beim anderen später, anfangen *starr* zu werden, wenn sich nicht gar mit Kalksalzen zu durchsetzen, beginnen auch die Verhältnisse für den Lauf sich immer schwieriger zu gestalten. Viel schneller als in irgend einem früheren Lebensalter tritt dann Störung und Erschöpfung der Herztätigkeit ein. Ob die Pulswelle überall an eine gleichmäßig elastische oder an eine zum Teil mehr verhärtete Aderwand anschlägt, macht einen großen Unterschied. Im letzteren Falle ist der Rhythmus des Herzschlags bald gestört. Es ist, um einen Vergleich Mossos hier anzuziehen, damit ähnlich, als ob man mit einem schlechten und beschädigten Luftreifen holprig auf dem Rade fährt, unter fortwährenden Stößen, während ein gut gefüllter elastischer Luftreifen alle Unebenheiten ausgleicht. Vom 40. Lebensjahr an verbietet sich also der Lauf als Schnelligkeitsübung immer mehr.

Verhältnisse, welche den Lauf verbieten.

So wohltätig aber für bestimmte Lebensalter der Lauf ist, so sehr muß *Vorsicht* in seiner Übung anempfohlen, oder muß gar die Pflege des Laufs *überhaupt untersagt werden*, da, wo die Organe des Kreislaufs und der Atmung durch *Erkrankungen* in ihrer Leistungsfähigkeit beeinträchtigt sind.

Herzkranke.

Für *Herzkranke*, für welche ein ungehinderter Gang des Kreislaufs bei ruhiger Lebensweise eben hergestellt ist, bedeutet eine so eingreifende Übung, wie es der Lauf ist, eine unbedingt bedenkliche Störung des mühsam innegehaltenen Gleichgewichts. Herzkranke sind daher von der Übung des schnellen Laufs unter allen Umständen auszuschließen.

Lungenkranke.

Ähnlich liegt die Sache bei *Lungenkranken*. Namentlich bei den recht häufigen Erkrankungen der Lungenspitzen kann der schnelle Lauf leicht Anlaß zu Lungenblutungen geben, infolge der starken Blutüberfüllung der Lungen, welche, wie oben erwähnt, bei schnellstem Lauf schließlich eintritt. So starb der bekannte Läufer Käpernick an den Folgen einer heftigen Lungenblutung, die während eines Laufs eintrat. Zweifellos bestanden in diesem Fall schon vorher tuberkulöse Herde in den Lungen. Denn daß in vollkommen gesundem Lungengewebe infolge des Laufs eine starke Lungenblutung durch Platzen eines größeren Gefäßästchens entstehen könne, muß von der Hand gewiesen werden. Keine Spur eines tatsächlichen Beweises liegt dafür vor.

Bei der *Lungenerweiterung* (Emphysem) ist der Kreislauf so erschwert und wird so mühsam in Gang gehalten, daß auch hier der Lauf sich verbietet.

Blutarmut.

Für Blutarme sind zweifellos die durch mäßigen Lauf gegebenen Anregungen für die Atmung und den Stoffwechsel recht wertvoll, während andererseits der Mangel an roten Blutkörperchen die nötige Sauerstoffzufuhr zu den heftig arbeitenden Muskeln schwierig gestaltet und bei schnellstem Lauf vorschnell zur Erschöpfung führt. Hier ist also die Laufbewegung nur in recht mäßigem Grade nützlich.

Äußere Umstände: Staub usw.

Endlich können auch äußere Umstände die Vorzüge des Laufs beeinträchtigen. Dauerlauf in verdorbener und stark staubiger Luft — es sei hier z. B. an die Staubluft schlecht gereinigter Turnhallen erinnert — kann unter Umständen mehr Schaden als Nutzen bringen.

Beim Lauf im Freien vermeide man es, mit offenem Munde gegen starken rauhen Wind zu laufen; die Nachteile für die Schleimhäute der Luftwege, welche vielfach übertrieben geschildert sind, bestehen bei Nasenatmung kaum noch. Bei großer Hitze kann schnellster Lauf Blutandrang zum Kopf und zu den Lungen in schädlichem Grade zur Folge haben, während bei kühler Witterung umgekehrt der Lauf eine besonders vorteilhafte Bewegung ist. Gutsmuths pflegte deshalb den Dauerlauf vornehmlich im Winter. Ebenso treibt man in England den Fußball, dasjenige Spiel, welches die heftigste Laufbewegung verlangt, ausschließlich in der kälteren Jahreszeit, im Oktober, November und Dezember.

Schneller kurzer Lauf.

§ 308. Der schnelle kurze Lauf.

Die Laufbewegung ist eine andere, je nachdem es darauf ankommt, unter Aufbietung aller Kräfte eine kürzere Strecke in größtmöglicher Schnelligkeit zurückzulegen, oder unter möglichster Ersparung an Kraft mit mäßiger Geschwindigkeit anhaltend lange Zeit zu laufen, um große Entfernungen zu überwinden. Die Bewegung des schnellsten kurzen Laufes wird also verschieden sein von der Bewegung des eigentlichen Dauerlaufs.

Fig. 462. Schneller Lauf auf den Fußspitzen.

Fig. 463. Griechischer Wettläufer.

Fig. 464. Griechischer Wettläufer.

Haltung des geschulten Läufers.

Beim Lauf des geschulten Läufers ist der Rumpf als Ganzes gerade gestreckt und nur wenig im Hüftgelenke vorgeneigt; die Brust ist möglichst frei nach vorn herausgebracht und frei ausgedehnt, die Schultern zurückgenommen; der Kopf wird gerade gehalten, ja etwas nach hinten geworfen, so daß das Gesicht ein wenig nach aufwärts gerichtet ist. Die Arme sind im Ellbogengelenk rechtwinklig gebeugt, so daß die Unterarme wagerecht gehalten sind, die Fäuste sind geballt. Es ist schon bemerkt, daß diese Armhaltung dazu dient, die Brustmuskeln an der vermehrten Atemarbeit zu beteiligen. Schulter und Arm werden abwechselnd bei jedem Laufschritt vorgebracht, und zwar, wie beim natürlichen Gang, im Gegensinn zur Be=

wegung der Beine. Schulter und Ellbogen befinden sich am weitesten nach hinten, wenn das gleichsinnige Bein vorn mit der Fußspitze aufgesetzt wird, und sind am stärksten nach vorn gebracht, während das gleichsinnige Bein nach dem Abstemmen am stärksten nach hinten im Kniegelenk gebeugt ist (Fig. 462).

Armschwingen bei griechischen Läufern.

Augenblicksphotographien, z. B. von Wettläufern, zeigen, daß beim gewöhnlichen schnellsten Lauf diese Art der Bewegung der Schultern und Arme die gewöhnliche ist. Wir sehen aber auf zahlreichen Darstellungen von Läufern des griechischen Altertums, daß neben dieser gewöhnlichen Art der Bewegung der Schultern und Arme vielleicht noch eine andere besteht, nämlich daß die Schultern und Arme gleichsinnig mit dem ausschreitenden Bein bei jedem Laufschritt vorgenommen oder vorgeschleudert werden (s. Fig. 463–465). Bei der feinen Beobachtungsgabe der griechischen Künstler und der Naturwahrheit, welche wir an griechischen Kunstwerken auch in der Wiedergabe ganz flüchtiger Momente einer Bewegung stets wieder bewundern müssen, ist nicht wohl anzunehmen, daß es sich hier um fehlerhafte Beobachtung und ungeschickte Wiedergabe handelt. Wir können es vielmehr als ziemlich sichergestellt erachten, daß in der Tat bei den Hellenen eine Art des Schnellaufs gepflegt wurde, der sich durch das gleichzeitige Vorbringen der Schultern und des Beins derselben Seite von der gewöhnlichen Art des natürlichen Laufs unterschied. Solcher Kunstlauf wäre allerdings nur mit harter Übung zu erlernen. Er muß aber wohl Vorteile geboten haben, denn ohne greifbaren Zweck übt man sich eine solche schwierige Laufart nicht an.

Fig. 465. Griechische Waffenläufer. — Während der erste, zweite und vierte Schulter und Arm entgegengesetzt zur Beinbewegung vorbringen, sind beim dritten diese Bewegungen gleichsinnig, entsprechend der Darstellung von Wettläufern im schnellsten Lauf.

Neuzeitliche Versuche mit solcher Bewegung der Schultern und Arme beim Lauf sind nicht bekannt geworden. Es wäre aber für die Technik des schnellsten Laufs von Bedeutung, wenn solche Versuche mit Ernst und der nötigen Beharrlichkeit von einer Anzahl geübter Läufer einmal unternommen würden. —

Bein- und Fußbewegung.

Kurz vor dem Augenblick, wo das vorschwingende Bein auf den Boden aufgesetzt werden soll ist es im Kniegelenk fast gestreckt, ebenso ist oft die Fußspitze nach abwärts gestreckt. Im Augenblick aber wo der Fuß den Boden berührt, um Stütz zu nehmen, beugt sich auch der Unterschenkel im Kniegelenk und dämpft so schon die Erschütterung des Fallstoßes. Diesen Fallstoß gilt es dann durch die nachfolgende Abwicklung des Fußes zur Fußspitze in einen nutzbringenden Abstoß zu verwandeln. Es sind die Strecker – vierköpfige Schenkelstrecker und Wadenmuskel – welche durch ihre Spannung der Beugung, d. h. dem Einknicken des Knies infolge der Wucht des Fallstoßes widerstehen, um dann durch kräftige Zusammenziehung in der zweiten

Zeit des Stützes positive Arbeit zu leisten: nämlich das Abstoßen des Beins vom Boden.

Aufsetzen des Fußes.

Es ist schon erwähnt, daß der Laufschritt am längsten ist, wenn der Fuß mit der Ferse zuerst den Boden berührt, wobei das Bein fast gestreckt ist. Allein diese Beinhaltung steigert die Wucht des Fallstoßes, und wirkt hemmend im entgegengesetzten Sinn zur Fortbewegung. Die Überwindung dieser Widerstandsarbeit bedingt einen größeren Verlust an der Gesamtschnelligkeit des Fortkommens, wie der Gewinn bei längerem Laufschritte beträgt. Der schnelle Lauf mit Aufsetzen des vorschwingenden Fußes, zuerst auch der Ferse, ist daher nicht nur unökonomisch, indem er mehr Muskelkraft verbraucht und zudem schwerfällig durch die Erschütterung jedesmal des Fallstoßes, sondern er beeinträchtigt auch die Laufgeschwindigkeit. Gleichwohl führt das Bestreben, möglichst lange Laufschritte zu machen, bei dem einen oder anderen Läufer dazu — wie die Augenblicksphotographie lehrt —, daß er gewohnheitsmäßig den Lauf mit Aufsetzen auf die Ferse zuerst ausführt (Fig. 453).

Fig. 466. Verschiedene Länge des Laufschritts je nachdem auf die Fußspitze oder die Ferse zuerst aufgetreten wird.

Weitaus die meisten Läufer setzen beim schnellen Lauf die ganze Fußsohle zugleich auf: es sind dabei einerseits noch recht große Laufschritte möglich, andererseits ist dann im Augenblick, wo der Fuß auf den Boden niederkommt, der Unterschenkel schon genügend gebeugt, um den Fallstoß abzuschwächen und leicht zu überwinden.

Kürzer werden die Laufschritte, wenn der vorschwingende Fuß auf die Fußspitze aufgesetzt und von Fußspitze zu Fußspitze gelaufen wird. Dem Gefühl nach scheint diese Laufart die leichteste und förderlichste. Der jedesmalige Fallstoß wird durch die Winkelbeugung im Fuß- wie im Kniegelenk am meisten abgeschwächt und

so gut wie gar nicht empfunden. Und doch kommt der Läufer, wenn er auch im Beginn des schnellen Laufs tatsächlich einige Laufschritte so auf den Fußspitzen allein ausführt, bei der Fortsetzung des Laufs durch das Bestreben, möglichste Schnelligkeit in der Folge der Laufschritte zu verbinden mit möglichster Weite dieser Schritte, ganz unwillkürlich dazu, nicht mehr mit der Fußspitze, sondern mit der Sohle den Fuß aufzusetzen. Der Läufer selbst empfindet das meist gar nicht; der Beobachter sieht es kaum, weil bei einer so außerordentlich flüchtigen Bewegung der Augenschein tatsächlich trügt. Die Augenblicksphotographie liefert aber hier den unumstößlichen Beweis und zwingt uns, hergebrachte und anders geartete Anschauung umzuändern.

§ 309. Der Dauer- und Beugelauf.

Dauerlauf.

Beim schnellsten Lauf über eine kurze Strecke kommt die Rücksicht auf Erzielung größtmöglicher Schnelligkeit des Fortkommens an erster Stelle, und es wird außer acht gelassen, wie groß sich dabei der Kraftaufwand gestaltet. Anders beim Dauerlauf. Hier wird das Aufsetzen des Fußes auf die Ferse oder auf die ganze Fußsohle

Fig. 467 und 468. Zwei Augenblicksaufnahmen eines laufenden Negers. Natürlicher Beugelauf mit Aufsetzen der Fußsohle. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

gleichzeitig schon darum zur allgemeinen Gepflogenheit, weil es dabei möglich wird den Körper stärker vorzubeugen und dadurch das Vorwärtstragen des Schwerpunktes zu erleichtern, d. h. Kraft zu sparen. So wird also beim Dauerlauf in vorwärts

Fig. 469 und 470. Zwei Momente des Beugelaufs nach Aufnahmen von Marey. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

gebeugter Haltung oder sagen wir beim natürlichen Beugelauf die Körperhaltung eine andere als beim schnelleren Strecklauf.

Der Schwerpunkt wird mehr nach vorne verlegt, durch Beugung des Rumpfes in der Hüftachse nach vorne, die Beine werden stärker gebeugt. Das Kniegelenk wird nicht nahezu gestreckt, sondern bleibt in ausgesprochener Beugung auch kurz vor dem Niedersetzen des Fußes auf den Boden. Der Schwerpunkt wird niedriger getragen, die Körperhöhe ist durchweg eine geringere als bei dem Strecklauf. Diese

Fig. 471 und 472. Zwei Momente aus einer Reihenaufnahme des gewöhnlichen Strecklaufs, genau entsprechend den Aufnahmen in Fig. 468 und 469. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

Art der Haltung, beim einen mehr, beim andern weniger ausgesprochen, wird beim natürlichen Dauerlauf ganz von selbst von jedem eingenommen. Der Dauerläufer fühlt ohne weiteres, daß er so mit geringerer Anstrengung läuft, und länger aushalten kann. — Auf antiken Darstellungen findet man übrigens diese Unterschiede in der Bewegung beim Dauerlauf und beim schnellen Lauf auf den Fußspitzen oft in ganz bezeichnender Weise wiedergegeben (vergl. Fig. 463 u. 464 mit Fig. 465).

Beugelauf.

Aus der natürlichen Art des Dauerlaufs entwickelten Regnault und Raoul als Kunstlauf den Lauf in Beugung oder Beugelauf (course en flexion), eine Laufart, welche, ähnlich dem Beugemarsch, zu außerordentlichen Dauerleistungen befähigt (s. Fig. 468—471).

Haltung und Bewegung beim Beugelauf.

Bei diesem Lauf bleibt der Rumpf als Ganzes gestreckt, wird aber mit zunehmender Laufschnelligkeit immer mehr in der Hüftachse nach vorn gebeugt, der Läufer läßt sich gewissermaßen von seinem Schwerpunkt nachziehen, „läuft sich selbst nach". Die Brust ist vorgebracht, die Schultern zurück, der Kopf hoch, etwas nach hinten über gestreckt. Die Ellbogen sind in Beugung, so daß die Unterarme horizontal stehen, die Fäuste geballt. Raoul empfiehlt zur Einübung, um die Schultern gut zu heben und die Brustatmung zu erleichtern, einen Stab in den Händen zu halten, und zwar so, daß die Linke das eine Ende des Stabes in Brusthöhe mit Untergriff gefaßt hält, während die Rechte das andere Ende in Hüfthöhe trägt. Man kann auch einen Stab hinter dem Rücken durch die gekrümmten Ellbogen durchstecken. Die Knie sind gekrümmt. Die Füße streifen kurz über dem Boden hin; sie werden nicht höher gehoben, als eben nötig, um an die Rauhigkeiten und Unebenheiten des Bodens nicht anzustoßen. Die Fußsohle wird möglichst in einem, mit Zeh und Ferse gleichzeitig, leicht und geräuschlos aufgesetzt.

Gegenüber dem gewöhnlichen Lauf in mehr gestreckter Haltung bietet der Beugelauf ähnliche Vorteile wie der Beugemarsch gegenüber dem militärischen Marsch: die

Schrittlänge ist größer, die senkrechten Erhebungen des Kopfes sind geringer und zwar um 2 cm, die mittlere Körperhöhe durch die stärkere Beugung um etwa 10 cm niedriger als beim gewöhnlichen Lauf. Marey gibt folgende Messungsergebnisse an:

Messungen von Marey.

Laufart	Schrittlänge des Doppelschritts	Einfache Schrittlänge	Dauer der Laufschrittzeiten in 1/100 Sekunden: Ein Doppelschritt	Stützzeit jed. Fußes	Schwingung	Freifliegen	Kopfhöhe	Senkrechte Schwankung	Mittlere Rumpfneigung zur Horizontalen	Umfang d. Schwankungen der verschiedenen Abschnitte der unteren Gliedmaßen: Schenkel zum Rumpf	Unter- zum Oberschenkel	Fuß zum Unterschenkel
	m	m	1/100 Sekunden				m	m	Grad	Grad	Grad	Grad
Gewöhnlicher Dauerlauf	2,59	1,295	57	18	39	12	1,64	0,07	85	65	84	53
Beugelauf .	2,77	1,385	61	23	38	7	1,54	0,05	77	77	65	62

Beim Beugelauf ist die Schrittlänge nur wenig größer als beim Strecklauf (beim Beugemarsch war dagegen die Schrittlänge erheblich größer als beim gewöhnlichen Marsch). Was die Schrittzeiten betrifft, so dauert die Stützzeit jedes Fußes etwas länger, weil das Abwickeln der ganz aufgesetzten Fußsohle mehr Zeit erfordert; die Zeit des Freifliegens ist eine kürzere. Die mittlere Rumpfneigung zur Horizontalen weicht erheblich mehr von der Senkrechten ab. Wesentlich fällt auch hier wieder die geringere senkrechte Hebung des Kopfes bei jedem Laufschritt ins Gewicht. Für den Kilometer berechnet ergibt sich dabei folgendes hinsichtlich der Arbeitsgröße:

Arbeitsgröße der senkrechten Erhebung.

Laufart	Schrittlänge	Senkrechte Erhebung bei jedem Laufschritt	Laufschritte über einen Kilometer	Gesamterhebung des Körpers auf 1 Kilometer Lauflänge	Arbeitsaufwand für die senkrechte Erhebung bei 75 kg Körpergewicht
Gewöhnlicher Dauerlauf. .	1,295	0,07	786	55,02 m	4126,5 mkg
Beugelauf . .	1,385	0,05	722	36,1 m	2707,5 mkg

Beim Zurücklegen eines Kilometers in gleicher Geschwindigkeit mittels gewöhnlichen Dauerlaufs und Beugelaufs war der Arbeitsaufwand, welcher auf die senkrechte Erhebung des Körpers entfällt, beim Beugelauf um ein gutes Drittel geringer als bei gewöhnlichem Dauerlauf. Schon darin zeigt sich, daß der Beugelauf vorteilhafter ist dadurch, daß er einen geringeren Grad von Muskelarbeit beansprucht. Daß beim Beugelauf der Druck auf den Boden geringer ist, zeigen schon die weniger tiefen Fußspuren auf nachgiebigem Boden.

Übung des Beugelaufs.

Um den Beugelauf richtig und mit Vorteil über längere Strecken ausführen zu können, ist eine sorgfältige Übung und Schulung notwendig.

Fig. 473. Chronophotographische Reihenaufnahme des gewöhnlichen Laufs von Marey. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

Raoul erzielte bei französischen Soldaten nach 36 Übungsstunden, daß seine Leute schließlich zwölf Kilometer in einem Zuge durchliefen. Die Leute trugen Drillschuhe, leichte Hosen und Sweater; nach dem Lauf wurde stets die Wäsche gewechselt. Er ließ stets erst mit ganz kurzem Schritt (25 cm) und langsamem Zeitmaß beginnen,

Fig. 474. Chronophotographische Reihenaufnahme des Beugelaufs von Marey. (Aus Regnault und Raoul, Comment on marche.)

so daß der erste Kilometer erst in zehn Minuten durchlaufen war, nur langsam wurde die Schnelligkeit gesteigert. Auch bei den fertig Geübten wird stets mit etwas langsamerem Lauf begonnen, und erst beim dritten Kilometer die volle mittlere Laufgeschwindigkeit eingenommen. Folgende Übersicht zeigt die gemachten Fortschritte bei einem solchen Übungsgang.

	Gesamte Lauflänge:	Laufgeschwindigkeit beim 1., Min. Sek.	2., Min. Sek.	3. km Min. Sek.
Anfang der Übungen	3 km	10,—	9,30	7,45
Nach 15 Übungsstunden . . .	5 „	8,45	7,30	6,30
„ 30 „ . . .	9 „	8,—	6,45	5,45
„ 36 „ . . .	12 „	7,45	6,15	5,43

Vom fünften Kilometer ab betrug die Laufgeschwindigkeit durchschnittlich einen Kilometer in 5 Minuten 30 Sekunden. Am Schluß der Übungszeit wurde der Lauf auf unebenem Boden, über Sturzäcker, durch Gestrüpp usw. bevorzugt. Dabei soll das Knie noch mehr gebeugt werden. Ebenso läßt sich der Beugelauf mit Vorteil verwenden, um Anhöhen zu überwinden und abschüssige Wege hinabzulaufen. Im letzteren Falle sollen die Beine überstark gebeugt werden; der Läufer muß sich „ganz klein" machen.

Daß diese Art des Laufs in der Tat große Vorteile bietet, sich leicht vollzieht, weniger ermüdet und vor allem die Atmung weniger anstrengt, lehren schon die ersten Versuche — wenngleich die Eingewöhnung in die ungewohnte Art der Haltung und Bewegung nicht ohne Muskelschmerzen abgeht.

§ 310. Pflege des Laufs.

Turnerische Pflege des Laufs.

Der Lauf als Übung wird gepflegt:

1. als Laufübung turnender Abteilungen nach Befehl im Charakter eines mäßig schnellen Dauerlaufs;
2. als Wettlauf;
3. als freier willkürlicher Lauf im Spiel.

Laufübungen auf Befehl.

1. Laufübungen auf Befehl sind, in rechter Weise gepflegt, ungemein wertvoll. Es kommt darauf an, einen nicht zu schnellen, aber großschrittigen Lauf anzuüben und so zu betreiben, daß die Laufzeiten allmählich gesteigert werden bis zu 12, 15 und 20 Minuten. Noch länger ununterbrochen zu laufen hat für die heranwachsende Jugend schwere Bedenken, während für laufgeübte kräftige Erwachsene hier und da eine größere Dauerleistung im Lauf zu unternehmen von Nutzen ist, und als Probe besonderer Leistungsfähigkeit auch ungemein befriedigt.

Armhaltung und Bewegung.

Die Arme sind bei den Laufübungen im Ellbogengelenk gebeugt mit wagerecht gehaltenen Unterarmen zu tragen wie beim natürlichen Lauf. Gelegentlich kann man auch einen Stab quer vor der Brust in den Händen tragen lassen (Untergriff ist dabei vorzuziehen). Sehr wirksam, wenn auch natürlich ermüdender und daher immer nur für kurze Zeit vorzunehmen, ist überhaupt die Verbindung solchen ruhigen Übungslaufs mit Stabgriffen, namentlich mit Stab vornaus, Stab vornauf, Stab hintenab und Stab hinter Schulter. Es sei auf die Darstellung in der Neuen Turnschule von Prof. O. H. Jaeger hier besonders verwiesen, wenn auch die dort verlangte gestreckte Haltung der Beine und Fußspitzen nicht dem Muster eines förderſamen Dauerlaufs entspricht. Das früher beliebte Aufstützen der Hände auf die Hüften beim Übungslauf ist dagegen für die ungehemmte freie Laufbewegung gar nicht förderlich, sondern erschwert sie geradezu, indem es Rumpf und Schultern ungelenk macht und die Rumpfdrehungen beim natürlichen Lauf hindert. Diese Gepflogenheit ist daher unbedingt zu verwerfen.

Atmung beim Lauf.

Was die Atmung beim Lauf betrifft, so legt man gemeinhin großen Wert darauf, daß nur durch die Nase mit festgeschlossenem Munde geatmet werde.

Diese Vorschrift ist, wie jeder weiß, der selbst viel gelaufen ist, weder bei längerem Dauerlauf noch bei schnellstem Lauf gut innezuhalten. Ja sie ist unter Umständen für die Erfüllung des Atembedürfnisses geradezu hinderlich. Wir Europäer besitzen nicht die weite Hundenase des Negers, sondern unsere Nasen sind schmaler gebaut, und die Luftgänge des Nasenlabyrinths oft recht enge. Ungemein häufig sind die Nasenwege, namentlich im schulpflichtigen Alter, noch dadurch ganz besonders enge und für stärkere Atembewegungen unzureichend, daß Schwellungen der Schleimhäute in der Nase bestehen, daß die Nasenscheidewand verbogen ist, oder daß die Ausmündung der Nasenwege in die Rachenhöhle an den Choanen durch geschwellte Rachenmandeln eingeengt ist. In allen diesen Fällen wird namentlich die Ausatmung, bei welcher Muskelkräfte in geringerem Grade tätig sind als bei der Einatmung, nur unvollständig erfolgen können, die Lungen werden unvollkommen entleert und die Atmung versagt bald. Dies um so mehr, als ohnehin beim Lauf die Ausatmung bei stärkerer Atemanstrengung leicht kurz und stoßend wird, gegenüber der tiefern, längern und schnappenden Einatmung. Die Lungen können sich der in ihnen enthaltenen kohlensäureüberladenen Reserveluft nicht entledigen. Aus diesem Grunde hat man vorgeschlagen, beim Lauf nur durch die Nase einzuatmen, dagegen durch den Mund auszuatmen. Dies würde die Atmung schon wesentlich erleichtern.

Für längeren Dauerlauf ist andererseits empfohlen worden, zwar durch die Nase zu atmen, aber allen 4—5 Atemzügen eine besonders tiefe Ein- und Ausatmung durch den Mund folgen zu lassen.

Bei schnellstem Lauf (Wettlauf) ist das Atmen durch den Mund, entweder mit geöffneten Lippen, aber durch die geschlossenen Zahnreihen hindurch, oder einfach mit leicht geöffnetem Munde, überhaupt nicht zu verbieten. Die Furcht, daß das unmittelbare Eindringen kälterer Luft die Schleimhaut der oberen Luftwege zu empfindlich abkühle und schädige, ist um so weniger begründet, als diese Schleimhaut beim Lauf stärker blutreich ist als gewöhnlich, und daher dem Einfluß der Abkühlung weniger unterliegt. Anders liegt schon die Sache, wenn die Luft stark staubig ist, denn hier wird in der Tat beträchtlich viel Staub durch den Mund unmittelbar in die Luftwege eingesogen. Daraus geht von neuem hervor, daß man in staubiger Turnhalle keine anstrengenderen Laufübungen machen soll. Hier und da sieht man Wettläufer, welche, die Nachteile des Atmens durch den offenen Mund befürchtend, aber nicht imstande, genügenden Atemgang bloß durch die Nase zu unterhalten, sich beim Lauf ein Tuch (ihr Schnupftuch meistens) in den Mund stecken, durch welches sie dann atmen. Diese Sitte ist weder schön noch appetitlich und erregt höchstens bei manchem empfindsamen Zuschauer ein unangenehmes Mitgefühl im Munde mit stärkerem Speichelfluß.

Auftreten.

Das Auftreten beim Lauf soll möglichst leicht erfolgen, ohne dröhnendes Gepolter. Schwerfälliges Niedersetzen der Füße bewirkt bei jedem Schritt stärkere Erschütterung des Körpers und beschleunigt das Eintreten der Ermüdung. Zudem wird so auch unnötig viel Staub aufgewirbelt.

Zeitmaß des Laufs.

Das Zeitmaß des Dauerlaufs ganzer Abteilungen kann im Mittel 180—200 Laufschritte in der Minute betragen. Man beginne aber mit langsamerem Laufschritt von etwa 100 Laufschritten in der Minute und steigere dann allmählich den Taktlauf bis zur obigen Schrittzahl. Der Leiter der Übungen muß den Takt in geeigneter Weise angeben oder besser selbst voranlaufen.

Den eigentlichen Lauf möglichst viel und ausgiebig hinsichtlich der Laufschnelligkeit, der Schrittgröße und der Laufdauer zu üben, ist die Hauptaufgabe einer rechten Laufschulung. Besondere künstliche Formen des Laufs, wie Spreizlaufen (Lauf mit Vorspreizen), Schlaglaufen (Schlagen beim Niederstellen des spreizenden Beins), Wiege-

lauf, Lauf mit Knieheben (Steigelauf), Lauf mit Fersenheben oder Anfersen usw., ferner der sogenannte Lauf an Ort, der gar kein Lauf ist, und ähnliche Übungen haben nur recht mäßigen Wert. Sie sind für die eigentliche Übung eines ausholenden Laufs nach Schnelligkeit und Dauer ohne Belang.

Jaegersche Laufschule.

Eine hervorragende Stellung nehmen die Laufübungen in der Jaegerschen Turnschule ein, die allerdings den Lauf nur „hochher leicht und leise auf Zehen und Ballen" vorschreibt, während wir sahen, daß der Sohlenlauf für den Lauf als Dauerbewegung sowohl natürlicher als kraftsparender ist.

§ 311. Bemerkungen über die Pflege des Wettlaufs.

Pflege des Wettlaufs.

Der Wettlauf hat als Höchstleistung unter Aufbietung aller verfügbaren Schnellkraft des Körpers neben dem Dauerlauf einen besonderen, anders nicht zu ersetzenden Wert. Es ist eine irrige Vorstellung, daß der Wettlauf über kürzere Strecken leicht sei, dagegen der Wettlauf über längere Strecken schwieriger und erschöpfend, ja gefährlich. Das trifft nur zu für den ungeübten, nicht aber für den geschulten Läufer, welcher der Länge der zu durchlaufenden Strecke entsprechend mit seinen Kräften hauszuhalten und die Schnelligkeit abzustufen weiß.

Wettlauf über kurze Strecken.

Bei dem Wettlauf über kurze Strecken (50—100 Meter) ist vor allem wichtig die Übung des Ablaufens, der „Start". Das Ablaufzeichen dazu wird am besten hinter dem Rücken des Läufers, nach kurz vorher erfolgter Ankündigung „fertig!" durch einen Pistolenschuß oder einen ganz kurzen scharfen Befehl: „Los!" gegeben. Ein durch das Auge vermitteltes Ablaufzeichen, wie Senken eines emporgehaltenen Tuches oder einer Fahne zwingt den Läufer dazu, daß er den Kopf emporhält, um geradeaus zu schauen, und benimmt ihm so die Freiheit, eine beliebige ausholende Stellung an der Ablaufstelle einzunehmen. Sobald der Befehl erteilt ist, muß der Läufer auch sofort schon in voller Laufbewegung sein. Dieser plötzliche Übergang aus der Ruhestellung in schnellste Vorwärtsbewegung ist ungemein schwierig. Er ist aber bei so kurzen Läufen, wo ein kleiner Bruchteil einer Sekunde für den Sieg ausschlaggebend sein kann, von größter Wichtigkeit. Daher zu solchem Wettlauf unablässige Übung im Ablauf einen Hauptteil der Vorbereitung ausmacht. Damit erhält aber auch der Wettlauf über kurze Strecken einen neuen Übungswert, und zwar im Sinne der Nervengymnastik. Denn Nerven und Muskeln vor dem Ablauf derart mit Spannkraft gewissermaßen zu laden, daß im selben Augenblick, wo das Ablaufzeichen gegeben ist und zum Bewußtsein gelangt, auch schon die beabsichtigte umfassende Bewegung im vollsten Gange ist, so daß der Körper mit vollster Wucht vorwärts geschleudert wird: das erfordert eine eigene Schulung der Bewegungsnerven. Um diese schwierige Bewegungsaufgabe möglichst zu erleichtern, nimmt der Wettläufer an der Ablaufstelle eine ausholende Stellung ein, welche diejenigen Muskeln, die zunächst durch plötzliche Zusammenziehung schnellste Laufbewegung einzuleiten haben, dehnt, und so dem Läufer gestattet, mit einem kurzen Aufsprung unmittelbar in die schnellste Laufbewegung überzugehen.

Plötzlicher Ablauf.

Stellung zum Ablauf.

Der Läufer steht zum Ablauf sprungbereit mit dem vorderen leicht gebeugten Beine auf der Linie, welche den Anfang der Laufbahn bezeichnet. Das hintere Bein, welches auf das Ablaufzeichen hin urplötzlich nach flüchtigem Abstemmen vom Boden in Beugung vorgebracht werden muß, um dann unter kraftvoller Streckung den ersten vollen Laufschritt einzuleiten, ist in den Knien gebeugt — ausholende Dehnung der Strecker! — mit eben gelüfteter Ferse auf den Zehenballen aufgesetzt und zwar mit der Fußspitze nach außen gerichtet, während die Fußspitze des vorderen Beines gerade-

aus in der Richtung der Laufbahn steht. Der Winkel, den die nach hinten gehenden Verlängerungslinien der Fußachsen miteinander bilden, beträgt bei geübten Läufern bis zu einem rechten. Der Rumpf ist vorgebeugt und ruht mit seiner Schwerlast vorzugsweise auf dem vorderen Bein.

Im übrigen ist die Haltung je nach Gewöhnung eine außerordentlich verschiedene: bei dem einen mehr aufrecht, bei dem anderen mehr zusammengebeugt. Viele Läufer beugen sich so tief, daß sie mit den Fingern der vorgestreckten Arme den Boden berühren, und so zum ersten sprungartigen Vorschießen nicht nur mit dem hinteren Bein sondern auch mit den Armen vom Boden abstemmen. Andere bedienen sich, um sich nicht allzutief vornüberbeugen zu müssen, zweier mit den Händen gefaßten Stäbchen, mittels welcher sie sich vom Boden abschnellen (s. Fig. 475).

Fig. 475. Fünf Wettläufer, das Ablaufzeichen erwartend. Nach einer Augenblicksphotographie (Athen 1896).

Atemgang.

Wichtig ist für den Wettläufer der Atemgang. Ist die Laufstrecke nicht länger als 100 Meter (gute Läufer brauchen zum Lauf über 100 Meter etwa 11 – 12 Sekunden), so kann sie in einem Atem gelaufen werden. Der Wettläufer macht kurz vor dem Ablauf eine möglichst tiefe Einatmung und kann dann mit angehaltenem Atem die Strecke durchmessen, ohne einen neuen Atemzug machen zu müssen. Eine ähnliche Verlängerung der Ausatmung erzielten die Griechen dadurch, daß sie eine kurze Wettlaufstrecke mit anhaltendem Schreien durchliefen.

Kleidung beim Wettlauf.

Eine unzweckmäßige Kleidung vermag beim Wettlauf sehr hinderlich zu sein. Das Beinkleid darf sich nicht im geringsten über dem Kniegelenk strammen. Darum ist für den Wettlauf am geeignetsten eine ganz weite Kniehose, welche nur bis oberhalb des Knies reicht — ähnlich den Beinkleidern der Alpenbewohner. Das Kniegelenk muß eben ganz frei sein. – Der Rumpf ist am besten mit Trikothemd bekleidet, die Füße mit leichten Drillichschuhen.

Vorbereitung zum Wettlauf.

Bei der Vorbereitung zum Wettlauf kommt es nicht nur darauf an, durch unermüdliche Übung des Ablaufs möglichst von vornherein in schnellste Fortbewegung gelangen zu können, sowie sich auf schnellsten Lauf nach Schrittzahl und Schrittlänge zu üben, sondern es ist auch nötig, so viel als möglich Lungen und Herz zu kräftigen und auf die volle Höhe der Leistungsfähigkeit zu bringen. Wird dies auch durch den häufiger veranstalteten kurzen Lauf an sich schon teilweise erzielt, so wirkt in dieser Richtung doch nachhaltiger der ausgedehnte Dauerlauf, welcher lange Zeit hindurch gleichmäßig starke Tätigkeit der Atemmuskeln und des Herzmuskels erfordert. Seine Pflege ist daher auch zur Vorbereitung für den kurzen Wettlauf von großer Wichtigkeit.

200 Meterlauf.

Die Belastung des Kreislaufs und der Atmung beim Lauf tritt sofort hinsichtlich der Atmung dann hervor, wenn nicht mehr, wie über ganz kurze Strecken, in einem Atem gelaufen werden kann. Schon die vielgeübte, dem griechischen Stadion von 192 Metern am nächsten kommende und zum Wettlauf in Deutschland früher beliebte 200-Meterstrecke erfordert besondere Rücksichtnahme auf den Atemgang.

Aber die Kürze der Strecke verführt andererseits den Läufer immer wieder dazu, mit der vollen Geschwindigkeit des 100-Meterlaufs und angehaltenem Atem auch die 200 Meter durchlaufen zu wollen. Daher gilt vielfach bei guten Läufern der 200-Meterlauf als der anstrengendste, der am meisten „auspumpt".

Längere Strecken.

Viel näher noch liegt es beim Wettlauf über längere Strecken, daß der Läufer sich durch häufigere Übung über das Maß seiner Herz- und Lungenkraft unterrichtet, um die Schnelligkeit der Bewegung dementsprechend einzuschränken. Mit der Schnelligkeit, die man über 100 oder 200 Meter entwickelt, kann man nicht 500 Meter laufen – man würde sonst vor dem Ziel schon erschöpft sein und einhalten müssen oder nur noch mit ganz geringer Schnelligkeit sich bis zum Ziel durchschleppen können. Darum darf beim Lauf über längere Strecken nicht mit allzugroßem Ungestüm losgelaufen werden. Es ist sogar gut, daß man die Durchschnittsgeschwindigkeit, mit der man die Strecke zu durchmessen gelernt hat, nicht von vornherein schon einnimmt, sondern sich erst eine Reihe von Sekunden hindurch allmählich „einläuft". Die so ersparte Kraft reicht dann zu einem kräftigeren Vorschießen in schnellstem Lauf (spurt), um den Gegner zu überholen, aus. Nur darf der Läufer sich dabei nicht zu viel ausgeben; er muß noch mit voller Laufgeschwindigkeit durchs Ziel gehen. – Alles das, es sei noch einmal wiederholt, erfordert gute fleißige Übung. Dagegen soll mit Ungeübten ein Wettlauf über längere Strecken nicht unternommen werden. –

Ankunft am Ziel.

Nachdem der Wettläufer am Ziel angekommen ist, oder sagen wir besser die Ziellinie passiert hat, kommt es für ihn darauf an, durch ruhigeres und namentlich tieferes Atmen die Blutüberfüllung der Lungen und das beklemmende Gefühl auf der Brust los zu werden. Vorzeitiges Sprechen ist zu meiden. Dabei soll der überhitzte Läufer nicht stehen, sondern umhergehen; bei kühlem windigen Wetter ist ihm ein leichtes Wolltuch (Plaid) oder ein weiter Lodenmantel umzuhängen.

Seitenstechen.

Bei vielen Läufern stellt sich während eines starken Laufs heftiger Schmerz, meist in der Gegend der linken Rippenweichen ein. Er wird vor allem verursacht durch die Erschütterung der Magenwände, namentlich dicht unter dem Zwerchfell, am Mageneingang, sowie durch die Anstrengung des Zwerchfells selbst. Im Volksmunde wird dieser Schmerz als „Milzstechen" bezeichnet. Daß ein Zusammenhang dieser Schmerzempfindung mit einer angenommenen Blutüberfüllung der Milze bestehe, ist schon oben als unwahrscheinlich bezeichnet worden. – Häufige Übung im Lauf macht das Auftreten dieses Schmerzes schwinden oder verringert es doch erheblich.

§ 312. Der Hindernislauf.

Hindernislauf.

Eine besondere Art des Wettlaufs von bedeutendem Übungswert ist der Hindernislauf. Hierbei wird die Laufbahn unterbrochen durch niedrige Hürden, durch Planken, durch Bretterwände, oder auch durch Gräben, welche Hindernisse mit einfachem Sprung, Flankensprung oder Überklettern überwunden werden müssen. Besonders beliebt sind als Hindernisse 0,90 – 1,10 Meter hohe Hürden aus Stroh, aufrechtstehenden Binsen oder Ginsterruten, an leichtem Lattengestell befestigt.

Sportlicher Hürdenlauf.

Beim meist geübten sportlichen Hürdenrennen befinden sich auf der 120 Ellen = 109,7 Meter langen Laufbahn zehn Hürden von je 1,06 Meter Höhe. Diese Hürden sind in Zwischenräumen von je 10 Ellen = 9,14 Meter angeordnet. Nur am Anfang der Bahn sowie am Ende derselben hinter der letzten Hürde ist ein größerer Raum von 15 Ellen = 13,65 Meter. Diese regelmäßige Einteilung ermöglicht es, daß die Läufer mit genau eingeübten Schritten von bestimmter Länge den Zwischen-

raum zwiſchen zwei Hürden in drei Laufſchritten zurücklegen, während mit dem vierten Laufſchritt die Hürde mehr überſtiegen als überſprungen wird (ſ. Fig. 476). Es iſt alſo jeder Laufſchritt etwa 2,28 Meter lang. Nur ſo ſind erſtaunliche Leiſtungen bei dieſer Art des Hindernislaufes möglich geworden. 1865 wurde dieſe Laufſtrecke von 109,7 Meter mit 10 Hürden in 16 Sekunden gelaufen, 1898 bei einem Wettlauf in Chicago ſogar in $15^1/_5$ Sekunden!

Fig. 476. Überſpringen einer Hürde beim ſportlichen Hürdenlauf. Nach einer Augenblicksphotographie.

Turneriſcher und militäriſcher Hindernislauf.

Da der Hindernislauf wie wenige Wettübungen angewandtes Turnen bedeutet und für zahlreiche Fälle im praktiſchen Leben – Lauf querfeldein über Hecken und Gräben – ſowohl, wie namentlich im Kriegsdienſt vorbereitet, ſo verwiſchen ſolche künſtlich zurechtgeſchnittenen, für die Erzielung beſter Ergebniſſe hinſichtlich der Schnelligkeit allerdings günſtigen Verhältniſſe doch den eigentlichen Zweck dieſer Übung und entkleiden ſie allzuſehr des übenden Charakters für wirkliche Vorkommniſſe des Lebens. – Es empfiehlt ſich daher für die Übung des Hindernislaufs, als einer Kapitalübung volkstümlichen angewandten Turnens, auf den Übungsplätzen unſerer Jünglinge und Männer, die Hinderniſſe mannigfacher zu geſtalten, nicht bloß Hürden von 90—100 cm Höhe, ſondern auch Planken verſchiedener Höhe, Geräte wie Bock, Pferd und Kaſten, ferner Gräben u. dergl. zu verwenden. Es ſoll ferner mit der Art der zu überwindenden Verhältniſſe häufiger gewechſelt werden, ähnlich wie dies beim militäriſchen Turnen geſchieht.

Neuerdings iſt beſonders der Geländelauf (Cross-Country) oder das Querfeldein-Rennen beliebt worden, d. h. ein Wettlauf über kilometerweite Strecken, die durch unebenen Waldboden, Anhöhen und Einſchnitte, Strauch und Dorn mannigfachſte Hinderniſſe bieten. Bei den olympiſchen Spielen von St. Louis 1904 ſah ich einen ſolchen Lauf über 12,8 km ausgeführt.

§ 313. Der freie willkürliche Lauf im Spiel.

Der Lauf im Spiel.

Der Lauf beim Spiel trägt bald den Charakter des Dauerlaufs, bald mehr den des Schnell- oder Wettlaufs. Den des Dauerlaufs insofern, als die Summe dessen, was bei stundenlangem Spiel im Lauf geleistet wird, Dauerläufen von beträchtlicher Ausdehnung gleichkommt. Häufig aber macht das Spiel notwendig, wenn der Spieler den Gegner haschen, ihm ausweichen, ihm zuvorkommen soll, oder wenn es bei verschiedenen Ballspielen darauf ankommt, bestimmte Strecken schnellstens zurückzulegen, bevor der Ball ins Spielfeld zurückgebracht ist, daß dann die Laufschnelligkeit auf das Höchstmaß gesteigert wird, und da gewinnt der freie Lauf im Spiel fast den Charakter des Wettlaufs.

Maßhalten in der Anstrengung.

Für die Jugend ist im gesundheitlichen Sinne die Laufübung im Spiel die günstigste und zuträglichste. Zunächst deshalb, weil beim Spiel ein jeder den Maßstab dessen, was ihm zuträglich ist, in sich selber trägt. Der spielende Knabe, der mit ganzem Herzen beim Spiele dabei ist, läuft, was er nur kann, um seiner Partei den Sieg zu sichern. Sowie er aber fühlt, daß er atemlos zu werden beginnt, so mäßigt er auch von selbst seine Laufschnelligkeit, und läßt sich willig haschen — denn es ist ja doch nur Spiel, was er treibt. Es besteht hier nicht so starker Zwang, wie er schon beim Wettlauf über eine bestimmte Strecke vorhanden ist und in dem heftigen, den Willen bestimmenden Anreiz, ja Ehrgeiz, hinter den Mitläufern nicht zurückzubleiben, äußerste Anspannung bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit nicht scheut. Es wäre ja auch für den Spieler verhängnisvoll, wenn er sich ähnlich ermüden wollte wie ein Wettläufer – denn das hieße zur Atemerholung das Spiel unterbrechen müssen und für eine Weile kampfunfähig sein.

Bei den Laufübungen auf Befehl kann, da die einzelnen Turner einer laufenden Abteilung körperlich verschieden widerstandsfähig sind, der eine übermüdet und zu sehr angestrengt werden, während der andere — und dieser Fall dürfte beim Schulturnen gemeinhin der häufigere sein – weit hinter dem zurückbleibt, was er mit großem Vorteil noch leisten könnte. Das Spiel individualisiert besser, gewährt jedem eher das ihm nach seiner körperlichen Anlage und Energie zuträgliche Maß strammer Laufbewegung.

Erhöhung der Lauffähigkeit durch Lustgefühle.

Noch ein anderes macht aber den Lauf im Spiel besonders wertvoll. Das ist der Umstand, daß die Leistungsfähigkeit und damit auch die Leistungssumme des Laufens beim Spiel gegenüber dem Laufen auf Befehl stark erhöht ist. Und das beruht darauf, daß die Lustgefühle der Spielfreude und das Spielinteresse die Bewegungszentren des Gehirns in erhöhte Erregung versetzen und dadurch den Ablauf der Bewegungsvorgänge in den Nerven und Muskeln außerordentlich erleichtern und weniger ermüdend gestalten (vgl. § 221). Die Leistungssumme im Lauf, welche die Jugend beim Spiel mit Leichtigkeit „spielend" bewältigt, ohne wesentlich ermüdet und angegriffen zu werden, läßt durch Laufübungen auf Befehl sich nicht erreichen.

Selbstredend sind nicht alle Spiele gleichwertig in bezug auf diese Seite des Spiels. Diejenigen Spiele, welche das größte Maß an anhaltender Laufbewegung bieten, stehen nicht nur in erster Linie hinsichtlich der Übung des Herzens und der Lungen, sondern sie sind auch, wie z. B. der Fußball, geeignet, selbst an kühleren, ja an kalten Tagen noch mit besonderem Vorteil für die Gesundheit im Freien betrieben zu werden.

Der Sprung.

Begriff des Sprungs.

§ 314. Die Bewegung beim Sprung.

Unter Sprung verstehen wir eine Ortsveränderung des Körpers, bei welcher der Körper vom Boden abgehoben und, als wäre er eine fremde Masse, in einer bestimmten Richtung geworfen wird.

Wie bei den Ortsbewegungen des Gehens, Steigens, Laufens, Hüpfens vollzieht sich der Sprung durch die Stemmtätigkeit der Beine gegen den Boden. Mit dem Lauf, dem Hüpfen, dem Sprunglauf, dem Vorwärtshüpfen hat der Sprung das gemein, daß während einer Dauer der Bewegung der Körper frei in der Luft fliegt. Er unterscheidet sich aber von diesen Bewegungsarten, den Lauf vielleicht ausgenommen, dadurch, daß während der Zeit des Freifliegens der Körper beim Sprung eine parabolisch gekrümmte Flugbahn, genau wie ein geworfener toter Gegenstand, beschreibt. Der höchste Punkt der Körpererhebung liegt also beim Sprung — vorausgesetzt, daß Absprung- und Niedersprungstelle in derselben horizontalen Ebene sich befinden — in der Mitte des Freifliegens.

Untersuchung der Sprungbewegung.

Die Art, wie die Bewegungen beim Sprung untersucht und in graphischer Darstellung festgelegt werden, ist dieselbe, welche wir bei der Darstellung des Gehens und Laufeus bereits kennen gelernt haben. Durch die Reihenphotographie und druckmessende Vorrichtungen lassen sich die Bewegungsverhältnisse sowie der Druck gegen den Boden beim Sprung graphisch genau darstellen. Maßgebend sind auch hier vor allem die Untersuchungen von Marey geworden.

Druckmessendes Sprungbrett oder Dynamograph von Marey.

Zur Messung des Drucks der Füße gegen den Boden verwandte Marey statt des sogenannten dynamographischen Schuhwerks ein druckmessendes Sprungbrett. Dieser „Dynamograph" von Marey besteht aus einem großen viereckigen Brett, unter dessen Unterfläche, dem Boden aufruhend, eine Anzahl von Luftkammern (neun in drei Reihen zu je drei Kammern) aus spiralig aufgewundenen Kautschukröhren angebracht sind. Alle diese Luftbehälter stehen mittels eines Sammelrohrs — ähnlich wie beim druckmessenden Schuh — in Verbindung mit einer Luftkammer, die ihrerseits einen Schreibhebel in Bewegung zu setzen vermag. Der Schreibhebel zeichnet den Druck, welcher bei Belastung des Brettes auf die Luftbehälter unter dem Brette einwirkt und auf die Luftkammer durch das Verbindungsrohr übertragen wird, in Gestalt einer Linie oder Kurve auf eine sich umdrehende Trommel auf.

Die Stellung des Schreibhebels bei unbelastetem Dynamographen gibt den Druck = Null an. Belastet man den Dynamographen mit einem Gewicht, welches gleich groß ist, wie das Körpergewicht der Versuchsperson, so zeigt der Schreibhebel die Höhe des Druckes an, welcher lediglich durch das Körpergewicht verursacht wird. Da, wo die beim Sprung gewonnene Kurve über letztere Höhe hinausgeht, bezeichnet sie den Druck der Muskeln gegen den Boden beim Abstemmen des Körpers.

Stellt man weiter mittels einer photographischen Reihenaufnahme des Sprungs auf eine einzige Platte die Bewegung des Körpers — beim Sprung ist diejenige Linie gewählt, welche der Kopf in der Luft beschreibt — fest, und trägt diese Bewegungsbahn des Kopfes so über die mit dem Dynamographen erhaltene Kurve ein, daß beide Kurven in ihrem Verlauf ganz genau im gleichen Zeitpunkte beginnen, und weiter genau zeitlich miteinander verlaufen, „synchronisch" sind, so erhält man eine graphische Darstellung, welche für jeden Augenblick der Beugung sowohl die Lage des

Körpers, d. h. die Entfernung des Kopfes vom Boden, als auch die Kraftäußerung des Körpers, soweit sie sich im Anstemmen der Beine gegen den Boden ausspricht, vereint anzeigt.

Erklärung der graphischen Darstellung.

In beistehender Fig. 477 gibt die obere Linie die Bewegung des Kopfes, die untere die Drucklinie der Körperschwere und des Muskeldrucks. Bei a beginnt die Sprungbewegung. Der Springer senkt zunächst den Kopf, d. h. er beugt die Knie: Herabgehen der oberen Kurve, die Kopflinie bis c. Anfangs, wo der Schwerpunkt des Körpers durch die Kniebeuge gesenkt wird, zwischen a und b, geht auch die Drucklinie des Körpers unter die Linie der Körperschwere hinab. Es ist das anscheinend ein paradoxer Vorgang, da doch der Springer auf dem Dynamographen steht, und letzterer stetig mit dem Gewicht der Versuchsperson belastet ist. Die Erklärung dieser eigentümlichen Druckschwankung beruht aber darauf, daß das Senken des Schwerpunktes im Augenblick des Niedergehens des Rumpfes eine Druckminderung zur Folge hat, welche sofort wieder verschwindet, wenn die mit der Schwerwirkung gleichsinnige Bewegung dieses Senkens aufhört.

Fig. 477. Kurven des reinen Hochsprungs von beiden Füßen nach Marey. a bis c vorbereitende Kniebeuge, von c ab Absprung. In e hat der Körper den Boden verlassen, und fliegt bis f frei. K Kurve des Kopfes; K F Linie der Körperhöhe im Stand; F Druckkurve der Füße; e f = Zeit des Freifliegens, die Druckkurve steht währenddessen auf Null. Von den beiden unteren punktierten Linien gibt also die unterste die Null-Linie des Druckes, die obere (F) diejenige an, welche lediglich durch das Körpergewicht entsteht. Die Erhebung über letzterer Linie in b bis d gibt den direkten Druck der Muskeln gegen den Boden an, in c d — Zeit des Absprungs — durch Schraffierung besonders hervorgehoben. Die starke Erhebung der Drucklinie nach f ist die Stoßwirkung des Niedersprungs auf den Boden.

Schon bevor der Schwerpunkt auf den tiefsten Punkt — in c — gesenkt ist, beginnt die Stemmtätigkeit der Beine (oder eines Beines, wenn der Sprung von einem Beine erfolgt). Dies lehrt das schnelle Ansteigen der Drucklinie b c. Der Körper streckt sich schnell von c bis d zur Körperhöhe und darüber hinaus — d e: Erheben auf die Fußspitzen —, um dann von e ab, wo der Druck gegen den Boden gleichzeitig = Null wird, in der Flugbahn e f frei zu fliegen. Dabei beschreibt der Kopf eine Linie in Form einer Parabel.

Wurfbahn des Körpers in Form einer Parabel.

Dieses Moment: die Wurfbahn des Körpers in Form einer parabolisch gekrümmten Linie — also diejenige Linie, welche jeder geworfene Körper in der Luft beschreibt — ist für die physiologische Bestimmung der Sprungbewegung das bestimmende. Rein für sich tritt es nur da zutage, wo der Sprung lediglich durch die Sprungbewegung der Beine bewirkt wird, also beim Sprung ohne Anlauf. Beim Sprung mit Anlauf kommt zur Sprungkraft der Beine hinzu die durch den Anlauf dem Körper mitgeteilte lebendige Kraft in der Richtung horizontal nach vorwärts. Beim gemischten Sprung kommt hinzu die Verstärkung der Bein-

bewegung durch die Stemmtätigkeit der oberen Gliedmaßen, sei es, daß letztere mittels eines Stabes ebenfalls einen Stützpunkt auf dem Boden, sei es, daß sie einen Stützpunkt finden an dem zu überspringenden festen Gegenstand selbst (Bock, Pfahl, Kasten usw.). Wir können demgemäß den **Sprung von der Stelle** als **reinen Sprung** bezeichnen.

Um auf unsere graphische Darstellung zurückzukommen, so gelangen bei f die Füße auf den Boden. Die Stoßwirkung des Niedersprungs schnellt die Drucklinie vom Nullpunkt stark in die Höhe (von f ab), während die Kopflinie die Senkung in leichte Kniebeuge beim Niedersprung anzeigt, bevor sie in g die Körperhöhe im Stand wieder erreicht.

Demnach können wir beim reinen Sprung mit beiden Füßen in die Höhe und vorwärts die dabei erfolgenden Bewegungen in vier Zeiten einteilen.

Zeit der Vorbereitung.

I. **Zeit der Vorbereitung.** Bevor man sich zum Sprung anschickt, wird der Schwerpunkt des Körpers gesenkt. Der Rumpf beugt sich im Hüftgelenk zum Schenkel, der Schenkel im Kniegelenk zum Unterschenkel, der Unterschenkel im Sprunggelenk zum Fuß. Der Fuß erhebt sich mit Lüften der Ferse auf den Ballen des Mittelfußes und die strahlig gegen den Boden federnden Zehen. Es beugt sich ferner der herabhängende Unterarm leicht gegen den Oberarm, die Ellenbogen werden etwas nach hinten geführt.

Fig. 478. Hochsprung von einem Fuß. Nach einer Reihenaufnahme von O. Anschütz.

Aufschnellen des Körpers.

II. **Aufschnellen des Körpers.** Sobald der Körper zur tiefsten Stelle der gewollten Beugung angelangt ist, findet auch schon eine plötzliche Zusammenziehung der Streckmuskeln des Fußgelenks, des Knies, des Hüftgelenks bis hinauf zu den Streckern der Wirbelsäule statt. Der Körper richtet sich schnellend auf, löst sich mit

Fig. 479 u. 480. Zwei aufeinanderfolgende Momente beim Übersteigen der Schnur. Schneller Wechsel von Beugung (Fig. 478) und Streckung des Rumpfs (Fig. 479). — Nach einer französischen Augenblicksaufnahme.

der Großzehenspitze zuletzt vom Boden ab und wird in bestimmter Richtung emporgeschleudert. Die Arme beginnen hierbei nach vorne zu schwingen.

Freifliegen des Körpers.

III. **Freifliegen des Körpers.** Nach denselben Gesetzen wie für eine leblose emporgeschleuderte Masse beschreibt auch der Körper eine parabolische Wurfbahn.

Dabei finden folgende Bewegungen statt: bis zum Augenblick der höchsten Erhebung beugen sich die Beine stark gegen den Rumpf; der Rumpf wird weiter nach vorn gebeugt; die Arme schwingen bis zur Horizontalen nach vorn. Ist die höchste Spitze der Erhebung erreicht, so strecken sich die Beine wieder nach vorn unten, und der Rumpf wird nun nach hinten gebeugt. Dieser Wechsel von Beugung und Streckung ist um so stärker ausgesprochen, je höher der Sprung geht (s. Fig. 479 und 480).

Fig. 481. Hochsprung in neun aufeinanderfolgenden Augenblicken nach Marey.

Nieder-sprung.

IV. Niedersprung. Kurz vor Berührung des Bodens werden Knie und Hüften gebeugt, um den Fallstoß in seiner erschütternden Wucht abzuschwächen; die Füße werden gestreckt und erreichen mit dem Zehenballen zuerst den Boden; dann richten sich nach vollzogener Ankunft auf dem Boden die gebeugten Gelenke wieder auf, der nach hintenüber gebeugte Rumpf wird gleichzeitig nach vorn gebracht, und der Springer steht gestreckt wie vor dem Sprunge.

Dies der allgemeine Bewegungsverlauf. Einzelne Punkte sind im folgenden besonders zu erörtern.

§ 315. Die vorbereitende Beugung.

Vor-bereitende Beugung.

Die vorbereitende Beugung vor dem Sprung ist unerläßlich, da die zum Sprung in Tätigkeit tretenden Muskeln erst etwas gedehnt werden müssen, um überhaupt wirksam sein zu können. Aus völligem Streckstand auch nur einen Zentimeter hoch zu springen, ist unmöglich, weil die Streckmuskeln dann bereits zusammengezogen sind und nicht in genügendem Maße weiter verkürzt werden können derart, daß sie das Körpergewicht vom Boden zu heben vermöchten. Zu einer Kraftleistung von dem Umfang des Sprunges müssen die arbeitenden Muskeln also vorher eine ausholende Bewegung machen. Dies geschieht durch das Niederbeugen des Körpers.

Allerdings hat der Umfang dieses Ausholens, der Senkung des Schwerpunktes, eine Grenze nach unten. Denn wenn die unteren Gliedmaßen zu stark gebeugt sind, so wird die Kraft der Streckmuskeln zum Wiederaufrichten des Körpers schon verbraucht, bevor der Augenblick da ist, in welchem dem Körper der kraftvolle schnellende

Stoß zur Erhebung vom Boden gegeben werden soll. Aus tiefer Kniebeuge ist eben ein ordentlicher Hochsprung nicht mehr möglich. — Durch häufige Übung nur lernt es der Springer, das richtige fruchtbarste Maß der vorgängigen Beugung je nach der gewollten Ausgiebigkeit der Sprungbewegung abzuschätzen und in jedem Fall ohne weiteres anzuwenden.

Mechanismus des Aufspringens.

§ 316. Das Aufspringen.

Vermittelst welches Mechanismus sind nun die unteren Gliedmaßen imstande, den Körper wie eine starre Masse vom Boden aufzuheben und frei durch die Luft zu werfen?

Erklärung Borellis.

Diese Frage hat von je die Physiologen viel beschäftigt. Borelli in seinem grundlegenden Werke: „De motu animalium" (1680) vergleicht die Kraftwirkung, welche sich im Sprunge äußert, mit dem Aufschnellen einer vorher zusammengedrückten elastischen Feder. Wird die elastische Feder A (Fig. 482), die mit ihrem Ende C sich gegen den Boden stemmt, am anderen Ende B stark zusammengedrückt und dann plötzlich losgelassen, so nimmt sie nicht nur ihre frühere Stellung EC wieder ein, sondern sie erhebt sich auch mit einem schnellenden Sprunge über E hinaus vom Boden in die Höhe.

Fig. 482. Fig. 483. Fig. 484.

Ein Gleiches wird nach Borelli stattfinden, wenn ein solcher mit einem Ende auf die Erde gestützter Bogen durch eine andere Kraft als die der Elastizität plötzlich gestreckt würde, z. B. durch eine, über eine Rolle laufende, zu beiden Enden gehende, plötzlich zusammengezogene Schnur. Beide Enden des Bogens würden dadurch auseinander, das eine nach auf-, das andere abwärts getrieben werden. Da aber letzterem Ende der feste Boden Widerstand leistet, so würde die ganze Kraft nach aufwärts wirken und der Bogen von der Erde nach aufwärts entweichen.

Ähnlich dachte sich Borelli die Muskelwirkung beim Sprunge. Wenn an den drei in Beugung befindlichen Gelenken in Fig. 483 B (Hüftgelenk), C (Kniegelenk) und D (Sprunggelenk) eine schnellste gleichzeitige Zusammenziehung der Streckmuskeln mit Gewalt diese Gelenke auseinanderstrecke, so müßte diese Bewegung den Schwer-

punkt S wegen des Widerstandes des Bodens aufwärts treiben. Eine solche Bewegung teile dem Körper eine gewisse Geschwindigkeit mit, welche beharre, die Masse des menschlichen Körpers eine Zeitlang außer Berührung mit dem Fußboden bringe und in die Höhe treibe, bis allmählich die Kraft der Schwere jene dem springenden Körper mitgeteilte Geschwindigkeit aufhebt.

Einwendung gegen die Borellische Erklärung.

In der Tat ist die Borellische Erklärung, daß die plötzliche Streckung an den drei gebeugten Gelenken, in Verbindung mit dem Widerstand, den diese Bewegung an dem festen Boden findet, imstande sei, den Körper vom Boden abzuheben und hoch oder weit zu werfen, die meist angenommene zur Erklärung der Sprungwirkung geblieben. Und doch läßt sich wohl mit Recht gegen diese Erklärung einwenden, daß eine, wenn auch noch so plötzliche und heftige Zusammenziehung der Streckmuskeln allein ihre Wirkung vorab nur auf die Punkte geringeren Widerstands erstrecken wird: und das sind die Gelenkverbindungen, nicht der Körper als Ganzes. Die Gelenkverbindungen würden durch die gemeinsame Tätigkeit der Streckmuskeln zunächst bis zum höchstmöglichen Grade gestreckt werden — zur Erhebung des Körpers als Ganzes wäre keine verfügbare Kraft mehr vorhanden. Damit der Körper, dieses Ganze von beweglichen Gelenken, in die Höhe geschleudert werden könne, muß er starr geworden sein; die heftige Streckbewegung darf nur bis zu einem gewissen Grade gehen und muß dann ein Hindernis finden, welches plötzlich in die Bewegung eingeführt wird. Dieses Hindernis kann aber nur die Kraft der Antagonisten sein: der Beugemuskeln. Indem die begonnene plötzliche Streckung, vom Fußgelenk bis zum Rumpf hinaufgehend, ebenso plötzlich durch eine Zusammenziehung der bis dahin an ihren Gelenkhebeln passiv gedehnten Beugemuskeln gehemmt wird und die Gelenke sich so in der erreichten Stellung festgelegt finden, überträgt sich die begonnene und beschleunigte Streckbewegung anstatt auf die einzelnen Gelenke auf den Schwerpunkt des ganzen Systems und teilt diesem eine Bewegung mit, welche der erlangten Schnelligkeit entspricht. Der Körper gehorcht dem wie eine träge in gegebener Richtung emporgeschleuderte Masse.

Erklärung von Dally.

Eine Stütze für diese Erklärung, wie sie u. a. von Dally entwickelt ist, liefert meines Erachtens die Augenblicksphotographie. Denn sie zeigt stets, daß tatsächlich im Augenblick des Aufspringens durchaus keine vollkommene Streckung der in Frage kommenden Gelenke statt hat: vielmehr bleiben die Beine leicht gebeugt, die Hüfte wird nicht übergestreckt (vergl. z. B. Fig. 477 erster Moment). Fände der Sprung lediglich durch die kraftvolle plötzliche Tätigkeit der Streckmuskeln an diesen Gelenken statt, so müßten jene Gelenke, als Punkte geringeren Widerstands, auch tatsächlich vollkommen gestreckt sein.

Festigkeit des Bodens.

Voraussetzung für ein kräftiges Abspringen ist aber stets, daß der Boden, von dem aus der Fuß abstemmen soll, genügend Widerstand leiste, d. h. fest ist. Von losem tiefen Sandboden aus ist es ebenso unmöglich aufzuspringen, wie aus einem Sumpf, in den man einzusinken im Begriffe steht. Andererseits kann der Boden, von dem man abspringt, wenn er elastisch und federnd ist (federndes Sprungbrett), den Umfang der Sprungbewegung noch verstärken. Der durch das Körpergewicht und im Augenblicke des Abspringens noch dazu durch den Muskeldruck der abstemmenden Beine niedergedrückte federnde Boden wird, sobald sich der Körper vom Boden loslösen will, entlastet und schnellt plötzlich auf: schnell genug, um dem springenden Körper einen elastischen Stoß zu geben, der die Sprunghöhe oder Sprungweite erheblich verstärkt.

Richtung des Sprungs.

§ 317. Richtung des Sprungs.

Die Richtung des Sprungs ergibt sich aus der Lage des Schwerpunkts des Körpers zum Stützpunkt im Augenblick des Abstemmens. Für die verschiedene Lage des Schwerpunktes kommt in Betracht der Unterschied der verfügbaren oder angewandten Streckkraft bei den in Frage kommenden Gelenken.

Die alleinige oder vorwiegende Streckung im Sprunggelenk wirft den Körper rückwärts; die im Kniegelenk vorwärts; die im Hüftgelenk wieder rückwärts. Die vereinigte Streckung aller drei Gelenke treibt an sich den Körper aufwärts, gibt ihm aber eine andere Richtung, je nachdem vor der Streckung der Rumpf als Ganzes geneigt war, oder besser gesagt, je nachdem im Augenblick des Absprungs der Schwerpunkt über, vor oder hinter dem Stützpunkt lag.

Fig. 485. Sprung aufwärts. S = Schwerpunkt.

Fig. 486. Sprung vorwärts. S = Schwerpunkt.

Sprung aufwärts, vorwärts und rückwärts.

Liegt der Schwerpunkt im Augenblicke des Absprungs genau in der durch den Stützpunkt des Fußes gehenden Senkrechten, d. h. fällt letztere mit der Schwerlinie in eins zusammen, so erfolgt der Sprung einfach in die Höhe und die Wurfbahn des Körpers ist keine Parabel, sondern eine gerade, zum Boden senkrechte Linie: Sprung aufwärts (Fig. 485); neigt sich die Verbindungslinie des Schwerpunktes mit dem Stützpunkt nach vorne gegen den Horizont, so geht der Weg der parabolischen Wurfbahn nach vorne: Sprung vorwärts (Fig. 486); neigt sich die Linie nach hinten, so geht auch der Sprung nach hinten: Sprung rückwärts.

Springen seitwärts.

Beim Sprung seitwärts muß der Schwerpunkt im Augenblick des Absprungs nach rechts oder links von der auf den Stützpunkt gefällten Senkrechten geschoben werden. Diese seitliche Verlegung des Schwerpunktes wird im Augenblicke des Absprungs dadurch bewirkt, daß an der Sprungbewegung nicht beide Beine gleichmäßig beteiligt werden, sondern daß der Sprung vorzugsweise oder ausschließlich von dem der gewollten Richtung des Sprungs entgegengesetzten Beine erfolgt: nach rechts wird vom linken, nach links vom rechten Bein seitwärts gesprungen. Es kann also nicht die volle Sprungkraft beider Beine beim Sprung seitwärts ausgenutzt werden, daher denn auch dieser Sprung niemals so ausgiebig erfolgen kann wie der Sprung vorwärts.

Auf-Sprung. Tief-Sprung.

Fig. 487.

Die bezüglichen Verhältnisse bei den Schrägsprüngen ergeben sich nach dem vorhergesagten von selbst.

Schräg-sprung.

Nur beim Sprung auf der horizontalen Ebene ist die Sprungbahn eine reine Parabel mit gleichlangen Ästen und dem Scheitel in der Mitte — wenn wir den Einfluß des Druckwiderstands der Luft, der namentlich beim Springen gegen den Wind merklich ist, außer acht lassen.

Aufsprung und Tief-sprung.

Beim Sprung auf eine höher gelegene Fläche als die Sprungebene — Aufsprung auf einen festen Gegenstand — ist der absteigende Ast der Parabel entsprechend kürzer als der aufsteigende; beim Sprung auf eine tiefer gelegene Ebene — Tiefsprung — ist der absteigende Ast der Parabel länger und geht bei tieferem Sprung allmählich infolge der allein übrig bleibenden Wirkung der Schwerkraft in die Senkrechte über (Fig. 487).

§ 318. Kraftaufwand und Maß des Sprungs.

Kraft-aufwand und Maß des Sprungs.

Die beim reinen Sprung aufgewendete Muskelarbeit ist annähernd meßbar, und zwar 1. durch Messung des Drucks, welchen die anstemmenden Beine gegen den Boden ausüben, und 2. durch Messung der Ortsveränderung des Schwerpunkts. Der Druck läßt sich durch den Dynamographen, die Kurve der Ortsveränderung leicht durch die Reihenphotographie ermitteln. Beim reinen Sprung aufwärts ist die aufgewendete Arbeit gleich dem Produkt aus Druckkraft und senkrechter Sprunghöhe. Handelt es sich um einen in seiner Flugbahn immer mehr der horizontalen sich nähernden Weitsprung, so kommt an Stelle der verschwindend klein werdenden senkrechten Höhe die horizontale Geschwindigkeit in Rechnung. Je größer also beim Hochsprung — unter sonst gleichen Umständen — die aufgewendete Druckkraft, um so höher wird in senkrechter Richtung der Schwerpunkt getragen.

Berechnung des Arbeits-aufwandes.

Indes kommt beim Überspringen eines Gegenstandes — Springschnur, Kasten, Hürde usw. nicht nur die Flugbahn des Beckens, welche der des Schwerpunkts entspricht, in Betracht, sondern auch die Fähigkeit, kurz vor und auf der Höhe dieser Flugbahn Rumpf und Beine möglichst zueinander zu beugen, derart, daß die Beine noch über die Sprungschnur usw. ohne Berührung gebracht werden können, auch wenn die Höhe, in der das Becken die Schnur überfliegt, nur eine geringe ist. Also nicht nur die Aufbietung der größten Sprungkraft an sich, sondern auch diese besondere Geschicklichkeit ist bestimmend für die — im Sinne des Übungsplatzes — höchst erreichbare Sprunghöhe. Um letzteren Vorteil möglichst ausnützen zu können, übt man auf englischen Übungsplätzen vorzugsweise den sogen. schottischen Sprung mit schrägem Anlauf. Hierbei wird der Anlauf in schräger Richtung zur Springschnur ausgeführt (Fig. 488), um mit Seitendrehung des Körpers die Beine nacheinander über die Schnur zu werfen. Diese seitliche Drehung des Körpers kann so stark sein, daß Becken und Fuß im Augenblick des Überfliegens der Schnur fast gleich hoch sich befinden. Das Becken braucht also nur ganz knapp über die Schnur zu gehen, während beim Hochsprung gerade vorwärts auf dem Höchstpunkte des Sprungs zwischen Becken und Schnur immer genügender Raum sein muß, um die Beine unter dem Becken über die Schnur zu bringen. Abgesehen davon ist der Hochsprung geradeaus, weil in ihm die Sprungkraft des Körpers in voller Reinheit zum Aus-

Besondere Geschicklichkeit beim Sprung.

Sprung mit schrägem Anlauf.

Fig. 488.

druck kommt, gymnastisch schöner und übender, was natürlich nicht abzuhalten braucht, auch jenen sogen. schottischen Sprung auf unsern Übungsplätzen zu betreiben. Die in der Neuzeit höchsterreichte Leistung ist der Hochsprung mit schrägem Anlauf von Sweeney in Neuyork über 1,97 Meter (1895), ohne Sprungbrett. Die Abbildung (Fig. 489) nach einer Augenblicksphotographie dieses Sprunges zeigt, wie der Springer seinen Körper fast in die Horizontale gedreht hat und über die Springschnur hinüberwälzt. Die nächstbesten Leistungen sind die von Ryan (1,945 m) und Page (1,909 m). Die Höchstleistungen deutscher Turner, zudem mit Sprungbrett ausgeführt, bleiben allerdings ziemlich hinter jenen zurück, es sind dies 1,86 m (Hüppe) und 1,80 m (Otta und Körting). Rechnet man aber als Maß der Sprunghöhe

Fig. 489. Der höchste bekannte Sprung von 1,97 m, ausgeführt 1895 von Sweeney in Neuyork. Nach einer Augenblicksphotographie.

nicht die Höhe der übersprungenen Schnur, sondern die Höhe, bis zu welcher der Schwerpunkt des Körpers emporgeworfen wurde und in welcher das Becken über die Schnur ging, so dürfte die Sprunghöhe der deutschen Turner doch nicht so sehr hinter den sportlichen Leistungen zurückstehen, als es den Anschein hat.

Maß der Sprungfertigkeit nach Körpergröße und Körpergewicht.

Das Maß der Sprungfertigkeit hängt unter sonst gleichen Verhältnissen ab von dem Maß der vorgängigen Beugung und der Energie der ins Spiel tretenden Muskeln. Diese Energie ist aber nicht allein bestimmend für die Schnelligkeit, welche während der Streckung beim Aufspringen dem Schwerpunkt mitgeteilt wird; vielmehr sind darauf von Einfluß: a) die Länge der Gelenkhebel. Von zwei gleich großen und gleich kräftigen Springern wird der, welcher die verhältnismäßig längeren Beine hat, ausgiebiger springen können; b) das geringere verhältnismäßige Gewicht. Von zwei gleich großen und gleich muskelstarken Springern ist

natürlich der im Vorteil, der einen hageren Körperbau hat und ein geringeres totes Mehrgewicht von Fett usw. aufzuwerfen braucht (Fig. 490).

Fig. 490. Der Meisterspringer Baxter nach der Aufnahme von Marey (Paris 1900).

§ 319. Die Tätigkeit der oberen Gliedmaßen beim Sprung.

Tätigkeit der oberen Gliedmaßen.

Die Tätigkeit der oberen Gliedmaßen beim Sprung ist für gewöhnlich eine mehr untergeordnete, wenn auch nicht unwichtige. Daher ist die Ausführung des Sprungs mit festgelegten, auf die Hüften gestützten Armen, wie das früher sehr beliebt war im Schulturnen, nur ein Zeichen der Hilflosigkeit des betreffenden Lehrers: er weiß nicht dem Schüler zu zeigen, wie man die Arme richtig zu gebrauchen hat.

Vorab werden die Arme zur Gleichgewichtserhaltung des Körpers gebraucht. Die Armhaltungen im Verlauf des Sprunges wechseln meist so, daß die vor dem Absprung herabhängenden Arme mit dem Augenblick des Abspringens nach vorne (teils zur wagerechten Haltung) geschleudert und beim Niedersprung wieder gesenkt, ja vorübergehend etwas nach hinten geführt werden. Letztere Bewegung insbesondere sichert die Gleichgewichtserhaltung und Standhaftigkeit beim Niedersprunge und bricht die Macht des Fallstoßes. Der Springer steht so nach einem wuchtigen Sprunge

augenblicklich fest auf der Niedersprungstelle, rutscht nicht bei losem Boden nach vorne oder fällt gar nach hinten.

Bewegung des Schwerpunkts durch Armbeugung.

Aber die Bewegung der herabhängenden Arme schnellend vorwärts und aufwärts mit plötzlichem Festhalten in horizontal vorgestreckter Haltung hat noch ein anderes zur Folge: nämlich Verlegung des Schwerpunktes nach aufwärts um einige Zentimeter (dem Armgewicht entsprechend) und damit Verstärkung des Druckes der Füße gegen den Boden. Wir hatten früher gesehen, daß das Senken des Schwerpunktes bei der dem Absprung vorhergehenden Beugung der Beine auf dem dynamographischen Sprungbrett eine Druckschwankung in dem Sinne erzeugt, daß der Druck des Körpers während dieser Beugung unter die Drucklinie des Körpergewichts hinabgeht (Fig. 477 F b). Umgekehrt zeigt sich bei plötzlichem Erheben der Arme eine Steigerung des Druckes der Beine gegen den Boden über den Druck des Körpergewichts hinaus (Demeny; s. Fig. 491); wird diese Drucksteigerung im

Druckschwankung auf dem dynamographischen Sprungbrett.

Fig. 491. Zwei Sprungkurven. In Fig. I ohne Hochheben des Arms, in Fig. II mit plötzlichem Hochschwingen der Arme zugleich mit dem Abstemmen der Füße vom Sprungbrett. G = Drucklinie des Körpergewichts; O = Nullinie; a b Beugung der Beine; b c Drucksteigerung beim Abstemmen, in Fig. II vermehrt durch das plötzliche Hochschwingen der Arme; c d Zeit des Freifliegens (nach Demeny).

richtigen Augenblick ausgenützt, so vermehrt sie den Druck, den das Abstemmen der Füße zur Sprungbewegung ausübt und steigert die Ausgiebigkeit des Sprungs Diese kleine Aufwärtsverlegung des Schwerpunkts mit Steigerung des Druckes der Füße gegen den Boden wird natürlich nur um so stärker sich aussprechen, wenn die Arme bei dieser Bewegung mit Gewichten (Halteren) belastet sind. Insofern war also der Gebrauch, den die Hellenen von den Halteren beim Sprung zu machen wußten, doch wohl geeignet, um die Ausgiebigkeit des Sprungs zu steigern. Allerdings ist die Ausnutzung des richtigen Augenblicks zum Absprung eine Sache, die gar nicht so leicht zu machen ist — wie die vielen nutzlosen Versuche des Springens mit belasteten Armen zeigen.

Sprung mit Halteren.

Im umgekehrten Sinne macht sich das schnelle Senken der Arme geltend: es wirkt gleichsinnig mit dem Senken des Schwerpunktes des Körpers, d. h. es macht den Druck der Füße gegen den Boden sinken unter die Druckwirkung des Körpergewichts, wie gleichfalls die Versuche am dynamographischen Sprungbrett zeigen. Dies macht erklärlich, daß so die Wucht des Fallstoßes, wenn im richtigen entscheidenden Augenblick das schnelle Senken der Arme ausgeführt wird, eine nützliche Abschwächung erfährt.

Nach alledem wäre zu wünschen, daß die Versuche des Springens mit Hanteln oder Halteren noch einmal mit der nötigen Ausdauer aufgenommen würden. Vielleicht ließen sich doch so nennenswerte Vorteile erzielen.

§ 320. Formen des Sprungs.

Formen des Sprungs.

Bei der vorhergehenden Betrachtung war der reine Sprung von der Stelle mit beiden Füßen zunächst zum Ausgangspunkt genommen. Häufiger, und namentlich beim Springen mit vorherigem Anlauf angewendet, ist der Sprung von einem Fuß entweder auf beide Füße, oder auf den andern Fuß, oder wieder auf denselben Fuß (Hüpfsprung). Das an dem Absprung nicht beteiligte Bein macht in den beiden ersteren Fällen, während des Sprunges in dessen Richtung eine Art von Schreitbewegung in der Luft. Beim Hüpfsprung von einem auf dasselbe Bein wird dagegen das unbeteiligte Bein gebeugt über den Boden gehalten und wie ein lahmes Glied mitgeführt. Der Ungeübte führt allerdings mit diesem Bein eine Mitbewegung aus, indem er es beim Sprung kurz nach hinten ausstreckt, damit „austritt".

Einteilung des reinen Sprungs.

Der reine Sprung oder der Sprung von der Stelle ist (wie auch der unten zu besprechende Sprung mit Anlauf sowie der gemischte Sprung) ausführbar:

1. von beiden; 2. von einem Fuß;

der Niedersprung kann gehen:

a) auf beide Füße,
b) auf den andern Fuß,
c) auf denselben Fuß (Hüpfsprung).

Der reine Sprung kann erfolgen als:

A. Sprung auf der Stelle (aufwärts). Die Flugbahn ist eine senkrechte Linie.

B. Sprung mit Ortsbewegung auf der horizontalen Ebene. Die Flugbahn ist stets eine parabolisch gekrümmte Linie; je nach ihrer Steile unterscheidet man:

a) Hochsprung, wenn die Flugbahn steil ansteigt und der Senkrechten sich nähert;
b) Weitsprung, wenn die Flugbahn flach wird und der Horizontalen sich nähert;
c) Hoch-Weitsprung (oder Weit-Hochsprung), wenn die Flugbahn einen mittleren Grad von Steile aufweist.

Nach der Richtung des Sprungs unterscheidet man:

Sprung vorwärts; rückwärts; seitwärts und Schrägsprung.

C. Sprung auf eine höher gelegene Unterstützungsfläche oder Aufsprung.

D. Sprung auf eine tiefer gelegene Unterstützungsfläche oder Tiefsprung.

Durch Verbindung all dieser Sprungformen mit Drehungen des Körpers um seine Längsachse, mit besonderen Armhaltungen, Armschwingen, Griffen usw. läßt sich leicht ein außerordentlicher Reichtum von Übungsformen erzielen, wovon sich zur Entwicklung der Geschicklichkeit die eine oder andere im Jugendturnen auch gelegentlich verwenden läßt. In der Hauptsache aber ist turnerisch der Sprung als eine Brauchkunst nach den ihm innewohnenden Übungszwecken zu betreiben.

Hauptsächliche Übungszwecke des Sprungs.

Diese sind aber: 1. Überwindung eines Hindernisses für die Fortbewegung auf ebener Fläche, sei es, daß a) der Zusammenhang der Ebene in horizontaler Richtung unterbrochen (Graben, Wasserlauf usw.), und durch Weitsprung zu nehmen ist; oder daß b) die Ebene in vertikaler Richtung durch-

brochen ist (Steinblock, Planke, Hecke, dorniger Strauch usw.), wo der Hochsprung zur Überwindung dient.

2. Gewinnung einer neuen Stützfläche, sei sie a) höher gelegen (Aufsprung) oder b) tiefer gelegen (Tiefsprung).

Nach diesen Richtungen hin muß die Sprungfertigkeit vor allem entwickelt werden.

Bei Geübteren ist es wichtig und erhält der Sprung den Charakter einer wirksamen Mutübung, wenn das bei den Springübungen zu überwindende Hindernis nicht bloß durch eine Springschnur bezeichnet wird, sondern ein wirkliches Hindernis (Springgraben, Planke, Hürde, Kasten u. dergl.) darstellt.

Der Sprung mit Anlauf.

§ 321. Der Sprung mit Anlauf.

Bei dem Sprung mit Anlauf wird die lebendige Kraft nach vorwärts, welche dem Körper durch eine mehr oder weniger ausgedehnte Laufbewegung mitgeteilt ist, für den Sprung mit ausgenützt. Diese Bewegung addiert sich zu der flüchtig dem Körper erteilten Sprungbewegung einfach hinzu. Flüchtig – denn die kleinste Stockung in der Vorwärtsbewegung vermindert sofort die verwendbare lebendige Wurfkraft des Anlaufs, oder hebt sie gar auf.

Mit beiden Füßen.

Aus diesem Grunde ist beim Anlaufsprung mit beiden Füßen die durch den Anlauf erreichte Geschwindigkeit nur zum kleinen Teil für den Sprung noch ausnutzbar; denn die Notwendigkeit, beide Füße nebeneinander auf die Absprungstelle zu bringen, unterbricht die Laufbewegung.

Von einem Fuß.

Anders, wenn der Absprung nur von einem Fuß erfolgt. Hier macht nach dem letzten Laufschritt das vorgeschwungene Bein anstatt eines weiteren Laufschritts einfach eine Sprungbewegung, während das nachschwingende Bein während des Auf- oder Vorwärtsfliegens des Körpers wieder nach vorne schwingt und gewissermaßen in der Luft weiter läuft.

Obschon beim Sprung mit Anlauf von einem auf den anderen Fuß die Sprungkraft nur eines Beins ausgenutzt wird, so trägt doch infolge der ungehemmten Ausnutzung der durch den Lauf erzielten lebendigen Kraft dieser Sprung von einem Fuß sowohl weiter als auch höher wie der Sprung von beiden Füßen mit Anlauf, wenngleich bei diesem die Sprungkraft beider Beine ins Spiel kommt. Bei einem Sprung von der Stelle liegt die Sache natürlich umgekehrt.

Hochsprung mit Anlauf.

Beim Hochsprung mit Anlauf verwandelt sich die lebendige, durch den Anlauf erlangte Kraft in der Richtung nach vorwärts in potentielle Kraft um zur Hebung des Schwerpunkts des Körpers, also in der Richtung nach aufwärts. Diese Umwandlung vollzieht sich um so schwieriger, je steiler die Wurfbahn des Körpers ist, d. h. je näher die Absprungstelle dem Lotpunkt der Schnur liegt. Andererseits wird der Gipfel der parabolischen Wurfbahn, d. h. die Sprunghöhe, bei gleichem Aufwand von Sprungkraft um so niedriger sein, je flacher die Wurfbahn ist, d. h. je weiter die Absprungstelle vom Lotpunkte der Schnur liegt. Beim Hochweitsprung erreicht man also nicht dieselbe Höhe wie beim eigentlichen Hochsprung. Man rechnet aber als Hochweitsprung solche Sprünge, bei welchen die Entfernung der Absprungstelle vom Lotpunkt der Schnur größer ist als die Sprunghöhe.

Günstigstes Verhältnis zwischen Absprungstelle und Höhe der Springschnur.

Welches Verhältnis zwischen Absprungstelle — d. h. der Entfernung der Absprungstelle vom Lotpunkte der Springschnur — und Sprunghöhe das günstigste ist, um mit gegebenen Sprungkräften die möglichst größte Sprunghöhe überwinden zu können, das ist eine Frage, die sich rein theoretisch kaum entscheiden läßt. Hier ist die Erfahrung der Übungsplätze wertvoller.

Auf den Sportplätzen hat die praktische Erfahrung als günstigstes Verhältnis dasjenige ergeben, wo die Entfernung der Absprungstelle vom Lotpunkte der Schnur jedesmal gleich ist der halben Schnurhöhe, also z. B. bei 120 cm Sprunghöhe 60 cm beträgt.

Fig. 492. a Absprungstelle; b Lotpunkt der Sprungschnur dc.

Zweckmäßigste Art des Anlaufs.

Was die zweckmäßigste Art des Anlaufs betrifft, so hat man sich hier zunächst des Umstandes zu erinnern, daß die Richtung des Sprunges gegeben ist durch die augenblickliche Lage des Schwerpunktes zum Stützpunkt im Moment des Abspringens. Da durch den Lauf der Schwerpunkt in schnellster Vorwärtsbewegung ist, so muß die den Körper aufwärts oder vorwärts schnellende Sprungbewegung haarscharf und blitzschnell genau in dem flüchtigen Augenblick erfolgen, wo der Schwerpunkt diejenige Lage passiert, welche für die gewollte Sprungrichtung die ausschlaggebende ist. Dazu gehört eine Feinheit des Abschätzungsvermögens, wie sie nur durch häufigste Übung erworben werden kann, dann aber auch dem guten Springer unbedingt eignet. Beim Anfänger ist dies nicht der Fall. Er versäumt noch oft den richtigen Augenblick des Aufspringens nach kräftigem Anlauf, überrennt die Absprungstelle oder stolpert nach vorne. Man läßt daher den Anfänger nur kurzen Anlauf nehmen — vielfach werden drei Laufschritte vor dem Sprunge vorgeschrieben — und gestattet erst nach besserer Übung einen weiteren, beliebig zu nehmenden Anlauf. Dieser soll aber nicht zu weit sein. Der Anlauf hat den Zweck, dem Körper eine gewisse schnelle Bewegung in der Richtung nach vorwärts zu erteilen; dem ist mit etwa 9 — 12 kräftigen Laufschritten genügt. Wird der Anlauf noch länger genommen, so wird die nutzbare Schnelligkeit kaum nennenswert gesteigert. Dagegen wird es schwieriger, aus der längeren Laufbewegung heraus den richtigen Augenblick zur Sprungbewegung wahrzunehmen. Der Läufer schätzt die Entfernung vom Ablaufpunkt bis zur Absprungstelle schlecht ein, und kommt mit seinen Laufschritten nicht richtig aus, so daß gerade der letzte Laufschritt vor dem Absprung zu kurz oder zu lang wird, in beiden Fällen die Wucht des Absprungs schädigend. Tatsächlich kommen auch bei Geübteren häufig Fehlsprünge vor, falls sie den Anlauf zu lang nehmen.

Zu langer Anlauf.

§ 322. Der Dreisprung.

Der Dreisprung.

Entfernungen, welche mit einem einzigen Weitsprung nicht zu überspringen sind, können durch einige Weitsprünge hintereinander bewältigt werden. Es wird dabei nach Ablauf von einem auf den andern Fuß gesprungen, mit letzterem sofort wieder eine weitere Sprungbewegung gemacht usf. Diese Art zu springen, wird bei drei Sprüngen der Deutsche Dreisprung genannt. Eine besondere Berechtigung zu dieser Bezeichnung, so als ob diese Sprungart etwa eine alteingebürgerte gerade auf deutschen Übungsplätzen gewesen sei, liegt keineswegs vor. Die drei Sprünge sucht

Deutscher Dreisprung.

man gleich groß zu gestalten. Nun ist aber offenbar dasjenige Bein, auf welches in weitem Sprunge zuerst aufgesprungen wird, aus der tieferen — den Fallstoß abschwächenden — Kniebeuge beim Niedersprung nicht gerade zu einem neuen, sehr ergiebigen Sprung geschickt, wie oben schon auseinander gesetzt ist. Es wird daher beim deutschen Dreisprung der zweite und dritte Sprung stets mit geringerer Kraft und verminderter Sprungweite folgen. Dem begegnet nun eine andere Art des Dreisprungs, der Dreisprung in Hupf, Tritt und Sprung (hop, steep and jump). Bei diesem Sprung wird zunächst nach kräftigem Anlauf von dem einen auf denselben Fuß ein ergiebiger Weitsprung — also ein Hüpfsprung — gemacht. Dem folgt ein kürzerer, mehr schrittartiger Sprung auf den andern Fuß, der beim Niedersprung nicht zur tiefen Beuge führen darf, und nun schließlich mit der vollen Sprungkraft dieses Fußes ein Weitsprung auf den ersten Fuß (oder auf beide Füße). Also entweder:

Dreisprung in Hupf, Tritt und Sprung.

rechts —— rechts — links —— rechts

Hüpfsprung Schrittsprung Sprung

oder: links —— links — rechts —— links.

Der Vorzug dieses sogenannten „amerikanischen" Dreisprungs liegt darin, daß für die beiden hauptsächlichen und entscheidenden Sprünge, den ersten und den dritten, die Sprungkraft erst des einen, dann des andern Beines voll und ungeschwächt ins Spiel kommt. Mit dieser schönen Sprungart sind gewaltige Strecken überfliegbar (Höchstleistungen 14,33 Meter und 13,81 Meter) und höhere Leistungen erzielt als mit dem deutschen Dreisprung.

Beide Arten des Dreisprungs sind für die Übung und Entwicklung der Schreit- und Sprungkraft der Beine von großem Werte.

Sturmspringen.

§ 323. Sturmspringen.

Wie für den Weitsprung der Anlauf auf der horizontalen Ebene ungemein förderlich ist, indem die dem Körper mitgeteilte lebendige Kraft in der Richtung nach vorwärts, der eigentlichen Sprungbewegung voll zugute kommt, so wird der Hochsprung unmittelbar in seiner Ausgiebigkeit gesteigert, wenn der Anlauf über eine ansteigende Ebene erfolgt, so daß dem Schwerpunkt bereits eine Bewegung nach aufwärts mitgeteilt ist. Dies ist der Fall beim sogenannten Sturmspringen, wobei eine mehr oder weniger steile Erhöhung hinaufgelaufen wird, von deren Spitze dann der Hoch- oder Hochweitsprung erfolgt. Die Stelle einer gleichmäßig ansteigenden Anhöhe (Erdwall, Böschung), die nur auf sehr großen Übungsplätzen sich dauernd eingerichtet findet, vertritt für gewöhnlich das 3—4 Meter lange Sturmbrett, welches mit seinem vorderen Ende auf ein verstellbares Querholz aufgelegt, eine schiefe Ebene darstellt, der man nach Belieben einen verschiedenen Grad von Steile verleihen kann. Bei zu großer Steile (über 30° hinaus) wird die eigentliche Sprungbewegung schwieriger und weniger ausgiebig, da der Sturmlauf dann nicht mehr auf der Fußsohle erfolgen kann, sondern nur noch auf den Fußspitzen. Die Streckmuskeln des Sprunggelenks können dadurch nicht mehr genügend an der Sprungbewegung beteiligt werden.

Um Sprunghöhe und Sprungweite beim Sturmspringen noch mehr zu steigern, benutzt man auch federnde Sturmbretter.

Fig. 493. Sturmsprung. Nach einer Reihenaufnahme von Prof. Dr. Kohlrausch in Hannover.

Gemischter Sprung.

§ 324. Gemischter Sprung.

Unter gemischten Sprüngen verstehen wir solche, bei denen die Ausführung des Sprunges nicht allein durch die Sprungtätigkeit der Beine zu stande kommt, sondern wo auch die Stemmkraft der obern Gliedmaßen mit beteiligt und ausgenutzt wird. Es kann dies so geschehen, daß die oberen Gliedmaßen entweder einen Stützpunkt an dem zu überspringenden festen Gegenstand selbst finden, oder daß sie mittels eines mit den Händen geführten Geräts, z. B. eines längeren Stabes, einen Stützpunkt auf dem Boden gewinnen.

Demgemäß zerfallen die gemischten Sprünge in zwei verschiedene Arten: 1. Sprünge mit Aufstützen der Hände auf einen festen Gegenstand, und 2. Sprünge mit Übertragung des Stützes der Hände auf den Boden mittels eines von den Händen gehaltenen beweglichen Geräts.

Sprung mit Aufstützen der Hände auf einen festen Gegenstand.

§ 325. Sprung mit Aufstützen der Hände auf einen festen Gegenstand.

Der Sprung mit Aufstützen der Hände auf den zu überspringenden Gegenstand kann im gewöhnlichen Leben erstens zu dem Zwecke ausgeführt werden, um, ähnlich wie beim freien Aufsprung, für den Körper eine neue feste Stützfläche zu gewinnen (Aufsprung oder Aufschwung auf einen Balken, eine Plattform, eine Mauer, ein Pferd usw.). Zweitens kann ein solcher Sprung erfolgen, um einen festen Gegenstand zu überspringen, z. B. einen Pfosten, einen hohen Steinblock, eine Bretterwand, ein Geländer usw.

Auf dem Übungsplatz werden zu solchen gemischten Sprüngen zahlreiche Geräte verwendet, wie Bock, Pferd, Sprungtisch, Kasten, Reck, Barren, Planke, Sturmbrett (Fig. 494).

Je nach dem Grade der Ausführung des Sprungs kann man hier unterscheiden:

Sprung in den Stütz.

1. Sprung in den Stütz. Mittels einer Sprungbewegung auf- und vorwärts bringt man den Körper hoch genug, um die vorgestreckten Hände auf das Gerät aufsetzen oder mit denselben das Gerät umfassen zu können. Die so aufstützenden Arme übernehmen damit die Tragung des Schwerpunktes (Querbalken, Reckstange, Barrenholm usw.). Durch Streckung der aufgesetzten oder fassenden Arme wird dann die Bewegung in den Streckstütz beendet.

Übersprung mit seitgrätschenden Beinen.

2. Übersprung mit seitgrätschenden Beinen. Soll ein Gegenstand in einem übersprungen werden, und ist der zu überspringende Gegenstand schmäler als die Entfernung der Füße bei auseinandergespreizten oder gegrätschten Beinen, so braucht der Sprung nicht so hoch zu erfolgen, daß die Füße die Höhe des Hindernisses oder des Geräts erreichen. Im Gegenteil kann das Becken um so knapper über das Gerät gebracht werden, und bleiben die Füße um so näher dem Boden, je schmäler das Gerät ist (schmaler Pfosten, Steinsäule). Ist das Gerät aber breiter wie die Entfernung der Füße in Spreizhaltung (quergestellter Kasten oder Pferd), so muß der Körper so hoch wenigstens geschnellt werden, daß auch die Füße über das Gerät hinwegfliegen. Leichter als in Spreizhaltung wird in solchem Falle das Hindernis überwunden, wenn die Beine nebeneinander seitlich rechts oder links über das Gerät gebracht werden (in Flanke, Kehre, Wende) durch den Plankensprung oder das Voltigieren.

Bei diesen Sprüngen wie auch bei den folgenden Arten des gemischten Sprunges finden zwei Sprungbewegungen hintereinander statt: 1. Der Absprung vom Boden

Fig. 494. Hocksprung über den Bock nach Reihenaufnahme von Prof. Dr. Kohlrausch. — 1 und 2 Aufsprung von den Beinen. 3 und 4 Aufstütz auf das Gerät mit leicht gebeugten Armen. In 5 beginnen die Arme sich zu strecken und eine schnellende sprungartige Bewegung auszuführen bis zu den Fingerspitzen, welche in 6 eben das Gerät verlassen; diese neue, dem Körper mitgeteilte Bewegung, wirft diesen in 7, 8, 9 weiter aufwärts, wobei der Rumpf gestreckt wird; von da ab fällt der Körper zum Niedersprung wie beim einfachen Sprung.

mittels der Beine, und 2. der Absprung oder das Abstützen vom Gerät mittels der flüchtig aufgestützten Arme.

Absprung oder Abstützen mit den Händen.

Letztere Bewegung bietet in ihrer Ausführung ein ganz besonderes Interesse. Die Hand wird mit ihrer vollen Fläche aufgesetzt, und wirkt — ähnlich wie der Fuß beim Zehenstand oder beim Sprung — wie ein einarmiger Hebel (Fig. 498), dessen Unterstützungs- und Drehpunkt die Fingerspitzen bilden. Der Angriffspunkt der Kraft befindet sich am Handgelenk. Die vorzugsweise hierbei tätigen Muskeln sich in erster Linie die Speichen- und Ellenhandbeuger; dazu kommt die Zusammenziehung der Fingerbeuger, welche gleichfalls die gestreckte Hand von der festen Unterlage abhebeln, indem die feste Stützfläche der Beugung der Fingerspitzen Widerstand entgegensetzt. Im Ellbogengelenk ist es der dreiköpfige Armstrecker, welcher durch heftige Zusammenziehung das Gelenk streckt und so an dem Abstützen des Armes teilnimmt. Da mittels der aufgesetzten Hand der Arm der feste Hebel ist, nach welchem hin während der flüchtigen Sprungbewegung der Körper gezogen wird, so nehmen an der Bewegung auch die Anzieher des Armes, breiter Rücken- und großer Brustmuskel, teil; ebenso muß während des Vor- und Aufwärtswerfens des Körpers

Fig. 495. Längssprung über das Pferd. K Kurve des Kopfes, B die des Beckens. Bei a in der oberen, a_1 in der unteren Kurve setzt die Sprungbewegung der Arme ein. — Ermittelt aus einer Reihenaufnahme von Prof. Kohlrausch.

Fig. 496. Einfacher Bocksprung. K Kurve des Kopfes, B des Beckens. Nach einer Reihenaufnahme von Prof. Kohlrausch ermittelt.

durch das Abstützen von den Händen das Schulterblatt flüchtig fixiert werden, um z. B. dem dreiköpfigen Strecker volle Wirksamkeit zu gestatten. Die Mechanik der Sprungbewegung mittels der Arme ist mithin eine weit verwickeltere, als es für den Sprung mittels der Beine der Fall ist. Die Gelenke und Muskeln der Beine sind zur Fortbewegung des Körpers eben auf das Vorteilhafteste eingerichtet, da hierin ihre eigentlichste Bestimmung liegt; für die Arme ist solche Tätigkeit nur eine ganz gelegentliche.

Wurfbahn des Körpers beim gemischten Sprung.

Die Wurfbahn des Körpers ist nach der Sprungbewegung oder dem Abstützen mittels der Arme ebenso eine Parabel, wie es auch nach dem Sprung von den Füßen der Fall ist. Die gesamte Flug- oder Wurfbahn beim gemischten Sprung mit Aufstützen der Hände setzt sich also aus zwei parabolischen Linien zusammen. Die Kurve dieser Flugbahn beginnt mit der durch den Absprung von den Füßen erwirkten Parabel, welche dann an irgend einem Punkte unterbrochen wird durch die parabolische Bewegung, wie sie die Sprungbewegung der Arme dem Körper mitteilt. Je nach der Art des Sprunges und je nach dem Zeitpunkt des Einsetzens der schnellenden Sprungtätigkeit der Arme unterbricht die zweite Parabel die erste schon in deren aufsteigendem Aste, auf deren Gipfel, oder erst im absteigenden Aste, wo der Körper also bereits nach abwärts zu fliegen im Begriff ist. Betrachtet man die Kurven der Flugbahnen des Körpers bei verschiedenen gemischten Sprüngen, wie ich sie in den beistehenden Figuren auf Grundlage von Augenblicksphotographien ermittelt habe, so zeigt sich bei den einfachen Längssprüngen über das Pferd, daß die

flache Parabel des Absprungs schon im absteigenden Teil begriffen ist, wenn die parabolische Flugbahn, welche die Armtätigkeit dem Körper mitteilt, erst einsetzt (Fig. 495). Und während die letztere Kurve beim Grätschsprung über ein schmales Hindernis – z. B. beim einfachen Bockhochsprung, Bocksprung über einen gebückt Stehenden –, weil das Becken ganz knapp über das Hindernis hinweg zu fliegen braucht, nur wenig höher sich erhebt als der Gipfel der begonnenen ersten Parabel (Fig. 496), so wird die zweite Parabel ausgesprochen höher und steiler, wenn das Becken hoch über das Hindernis gebracht werden muß, so z. B. bei den Hochsprüngen (Fig. 497). Die Höhe und Steile der Parabel ist also der Ausdruck des Umfanges der Armtätigkeit beim gemischten Sprung und läßt abschätzen, wie hoch und wie weit die Arme allein den Körper zu werfen imstande sind. Dabei ist natürlich nicht außer acht zu lassen, daß dem Körper in dem Augenblick, wo die Sprungbewegung mittels der Arme einsetzt, bereits eine lebendige Kraft der Vorwärtsbewegung in der Richtung des Gesamtsprungs mitgeteilt war.

Fig. 497. Hochsprung über den Bock. K Kurve der Bewegung des Kopfes, B des Beckens. Durch die Streckung des Rumpfes in 7–9 kommt die zweite Parabel nicht rein zum Ausdruck.

Um aber aus einer Ruhestellung heraus, z. B. aus dem Reitsitz auf einem Gerät, dem Körper eine Sprungbewegung mitzuteilen, dazu reicht die Armkraft allein nur in bescheidenem Maße aus. Zu diesem Behufe muß – z. B. beim Abgrätschen aus dem Reitsitz auf dem Halse des Springpferdes – der Schwerpunkt hinreichend nach vorn über den Unterstützunspunkt gebracht werden. Es geschieht dies durch Vornüberbeugen des Rumpfes und starke Beugung der sonst gestreckten Beine im Hüftgelenk. Erst in diesem Augenblick können dann die Arme in der beschriebenen Weise unter energischer Streckung mit Abhebeln der Handflächen eine wurfartige Bewegung ausführen, welche den Körper etwas nach oben und nach vorne wirft. Diese Bewegung ist indes eine wenig ausgiebige und fällt bei der gezwungenen Haltung des Körpers – Vorwärtsschiebung nach den aufgestützten Armen hin – meist recht hölzern aus.

Abgrätschen.

Man führt deshalb den Absprung aus dem Reitsitz, oder das Abgrätschen, meist so aus, daß unter Aufstützen auf die Hände ein Rückschwung gemacht wird, dem ein Vorschwung folgt. Letzterer erteilt dem Körper schon eine Bewegung nach vorwärts. Sowie bei diesem Vorschwung der Schwerpunkt genügend nach vorne über die auf-

gestützten Hände gelangt, bedarf es nur des Abstützens der Hände, unter plötzlicher vollkommener Streckung der Arme, um die Bewegung des Abgrätschens zu vollenden und dem Körper genügende weitere Wurfkraft zu erteilen.

Hocksprung.

Beim Aufsprung in die Hockstellung und Aufrichten zum aufrechten Stand auf dem Gerät, sowie beim Übersprung eines Geräts in der Hocke (Hocksprung, Fig. 494) muß das Becken besonders hoch über das Gerät geschnellt werden. Der Absprung mittels der Hände muß infolgedessen weit ausgiebiger erfolgen als beim einfachen Übergrätschen, es zeigt sich daher die zweite Wurflinie höher und steiler als die durch die Sprungtätigkeit der Beine gegebene Wurflinie; die Armtätigkeit wird kräftiger und ausschlaggebender. –

Fig. 498. Abheben der Hand beim gemischten Sprung.

Auf die zahlreichen Abarten und Unterarten dieser Sprungformen, das Überschwingen beider Beine nebeneinander seitlich in Flanke, Kehre und Wende usw. kann hier füglich nicht eingegangen werden. Es kam hier nur darauf an, die Mechanik der grundlegenden Bewegungen zu erörtern.

Gemischter Sprung von Fuß und Hand gleichzeitig aus dem Stande.

§ 326. Gemischter Sprung von Fuß und Hand gleichzeitig aus dem Stande.

Bei den bisher betrachteten gemischten Sprüngen war angenommen, daß erst ein Absprung von den Füßen erfolgt, der zum Auflegen der Handfläche auf das Gerät führt, und daß dann die Arme, indem die ausgestreckte Hand von ihrer Unterlage bis zur Fingerspitze sich abhebelt, eine zweite Sprungbewegung ausführen.

Der Sprung kann aber auch aus dem Stande so erfolgen, daß in der Ruhestellung bereits die Handflächen dem Gerät aufliegen, oder doch im Augenblick des Abspringens der Beine aufgelegt werden. Dann geschehen Absprung von den Beinen und Armen gleichzeitig, und die Wirkungen der Bewegungen der untern und obern Gliedmaßen addieren sich zu einer ununterbrochenen Flugbahn. Man springt so namentlich dann, wenn das feste Gerät, welches den Händen Stütz bietet, keine breite Stützfläche besitzt, sondern schmal ist, so daß es von den Händen umgriffen werden kann (Barrenholm, Reckstange, bügelförmige Pferdpausche u. dergl.). Es kann also dann die Hand nicht platt sich auflegen und, ähnlich wie die Fußsohle vom Boden sich von Ferse zur Zehe abwickelt, so in einem Zuge von der Handwurzel bis zu den Fingerspitzen sich abhebeln: vielmehr kann die Hand nur eine Greifbewegung machen, während die Sprungbewegung der Arme sich lediglich im Ellbogengelenk vollzieht. Die Bewegung erfolgt daher mit weit geringerer Kraft.

Voltigieren.

Auf den Sportplätzen sind diese Sprünge als „Voltigieren über eine Schranke" (Balken oder Planke) zur Wettübung ausgestaltet. Höchstleistungen sind das Überspringen einer Schranke von 2,23 Meter Höhe mit Aufstützen beider Hände (Page, 1881), und einer Planke von 1,69 Meter Höhe mit Aufstützen einer Hand (Webster, 1886).

§ 327. Stabspringen.

Stab-springen.

Anderer Art sind solche Sprünge, bei welchen das Gerät nicht zum Stütz und Übersprung, sondern zum Hang gefaßt wird, um dann aus dem Hang mittels einer Schwungbewegung den Körper nach vorwärts und auch bis zu einem gewissen Grade nach aufwärts zu werfen. Ist der gewollte Höhepunkt erreicht, so lassen die Hände los und der Körper fliegt mit der erlangten Schwungkraft frei vor- und abwärts. Man nennt solche Sprünge mit flüchtigem Hang: Unterschwünge. Beispiel: Unterschwung am Reck über eine hinter dem Reck angebrachte Springschnur.

Auf diese Weise vermag sich auch der Wanderer an einem starken überhängenden oder aufstehenden Baumast über einen nicht allzu breiten Graben oder Wasserlauf zu schwingen.

Fig. 499. Stabspringen. Nach einer Augenblicksphotographie von Lugardon in Genf.

Nun kann man die feste Stange oder den Ast auch durch eine bewegliche Stange ersetzen. Wenn man nämlich eine längere Stange (etwa 3 Meter lang) nach ihrem oberen Ende zu so faßt, daß die Hände weit genug auseinander sind, um auf den unteren gestreckten Arm den Körper beim Sprung stützen zu können, dann das untere Ende oder die Spitze der Stange fest in den Boden einsetzt, und nun kräftig abspringt, so verleiht man der Stange bei feststehender Spitze eine zeigerförmige Be-

Fig. 500. Stabspringen. Nach einer Augenblicksphotographie, aufgenommen in Schönholz bei Berlin 1890.

Fig. 501. Stabspringen. Nach einer Augenblicksphotographie, aufgenommen in Frankfurt a. M. 1896 (2,70 m hoch).

wegung. Der Körper, im Stütz gehalten, balanciert wagerecht schwebend auf dem oberen Ende der Stange. Sowie die Stange so bis zur Senkrechten gelangt ist,

erfolgt der Absprung, wobei man entweder den Stab von seiner festen Unterlage lüftet und mitnimmt, oder besser ihn zurückfallen läßt. Durch vorherigen Anlauf kann man dem Körper starke lebendige Kraft verleihen und so den Sprung ausgiebiger machen.

Mittels des Springstabes lassen sich bedeutende Höhen überwinden: bis zu drei Meter Höhe und darüber. Weltrekord 3,75 (Athen 1906). Desgleichen kann der Stab zum Weitsprung benutzt werden: Stabweitspringen.

Für den Bergwanderer ist die Benutzung des Bergstocks als Sprunggerät oft sehr dienlich. Kleine Wildwässer, Spalten und Gräben können so übersprungen werden. Man vermag mit dem Bergstock ebensowohl auf steile Böschungen oder Felsblöcke hinaufzuspringen, wie sich von solchen hinabzuschwingen.

Auch für manche andere Vorkommnisse im Leben kann der Sprung mittels eines Stabes als Brauchkunst dienen.

Übungswert des Sprunges.

§ 328. Übungswert des Sprunges.

Die körperliche Einwirkung oder der Übungswert des Sprunges ist sehr mannigfaltig. Für die Muskulatur der Beine besitzt eine Bewegung, welche das gesamte Körpergewicht aufhebt und in die Höhe oder Weite wirft, den Charakter einer momentanen Höchstleistung. Der Sprung ist also eine Kraftübung, welche die Muskeln der Beine, und von diesen namentlich die Streckmuskeln — daß auch die gegensinnigen Muskeln, die Beuger, beteiligt werden, sahen wir oben — ungemein kräftigt. Da der Augenblick des Aufschnellens ein äußerst kurzer ist, so ist die Muskelermüdung nach der Sprungbewegung nur von geringem Umfang: man kann zahlreiche Sprünge hintereinander ausführen, bevor sich stärkere Ermüdung geltend macht.

Übung der Beinmuskeln.

Die Notwendigkeit, die Bewegung genau abzumessen und beim Sprung mit Anlauf genau im geeigneten Augenblick in die schnelle Vorwärtsbewegung die aufschnellende Sprungbewegung der Beine einzuschalten; der Übergang aus der gebeugten Rumpfhaltung beim Aufsprung in die Streckung des Rumpfes beim Niedersprung; die Abschwächung des erschütternden Fallstoßes beim Niederkommen auf den Boden durch Aufsprung auf die Zehenballen und elastische Senkung in die Kniebeuge; die Erhaltung des Gleichgewichts beim Niederkommen auf den Boden und beim Aufrichten nach dem Niedersprung: alles das gibt dem Sprung auch den Charakter einer Geschicklichkeitsübung, welche in bezug auf schöne Haltung und Ausführung sowie leichten Niedersprung, ferner in bezug auf möglichste Höhe und Weite des Sprunges großer Vervollkommnung fähig ist. Der Charakter der Geschicklichkeitsübung tritt vor allem hervor bei den Übungen des gemischten Sprunges, deren Übungswert durch die oft recht energische Mitbetätigung der Armmuskulatur noch ein besonderer wird. Namentlich sind hier diejenigen Sprungarten zu nennen, bei welchen die Hand mit ihrer ganzen Fläche auf eine breite Unterlage gebracht wird und die Arme eine der Sprungbewegung der Beine gleichartige Sprungbewegung ausführen (Bock-, Pferd-, Tisch-, Kastenspringen). Die Greiftätigkeit der Hände, die oft im raschen Fluge zu erfolgen hat, kommt beim Reck- und Barrenspringen zur Übung, die Gleichgewichtserhaltung schwieriger Art beim Stabspringen. Die Übungen des Sprungs und namentlich des gemischten Sprungs nehmen mithin unter den Geschicklichkeitsübungen einen ganz hervorragenden Platz ein.

Geschicklichkeit beim Sprung.

Auch eine moralische Einwirkung ist den Übungen des Sprungs eigen: sie bedingen schnelle Entschlossenheit, Selbstüberwindung und Mut. Vor allem sind die Freisprünge über feste Hindernisse, sowie die gemischten Sprünge über den Bock, das

Moralische Einwirkung der Sprungübungen.

Pferd, den Kasten hervorragende Mutübungen. Der weithin oder in die Höhe geschnellte, oder gar in die Tiefe hinabsausende Körper erreicht den Boden nur unter heftigem Anprall. Das hemmende Angstgefühl vor schmerzhafter Erschütterung muß ebenso überwunden werden wie die Furcht vor schmerzhaftem Fall bei etwaigem Fehlsprung, welch letzterer namentlich beim Sprung über ein festes Hindernis in nähere Möglichkeit gerückt ist. Zwar mindert die weiche Niedersprungmatratze, oder eine mit Sand, feuchten Sägespänen u. dergl. angefüllte Niedersprungstelle die Furcht vor heftigem Fallstoß; die bei Berührung sofort niederfallende Springschnur benimmt die Gefahr des Fehlsprungs; der Gebrauch des Sprungbretts erleichtert die Wahrnehmung des richtigen Augenblicks für den Absprung. Eine männlich-stramme turnerische Erziehung muß aber beim Sprung auf jene Erleichterungen auch verzichten lernen. Ein gut geschulter Springer soll auch auf harten Boden elastisch und leicht niederspringen können. Soll der Sprung als Brauchkunst geübt werden, welche dem rüstigen Wanderer über Stock und Stein, Hecke und Verhau, Graben und Sumpf hilft, so muß der Sprung auch ohne Sprungbrett — auf den meisten Sportplätzen übt man den Sprung jetzt stets ohne ein solches — zur Ausführung kommen. Ebenso verdient der Sprung über feste Hindernisse — Hürde, Planke, Balken, Springkasten u. dergl. — auf den Übungsplätzen stetig betrieben zu werden.

Übung des Abschätzungsvermögens.

Der Sprung übt endlich auch das Abschätzungsvermögen. Mit dem Augenmaß ist der Umfang des zu überwindenden Hindernisses nach Höhe und Weite, ist der Ort des Ab- wie des Niedersprungs abzuschätzen und danach Richtung wie Kraftaufwand beim Sprung zu bemessen.

§ 329. Vorsichtsmaßregeln beim Springen.

Vorsichtsmaßregeln beim Springen.

Beim Betrieb der Springübungen sind eine Reihe von Vorsichtsmaßregeln nicht außer acht zu lassen, da das Springen leicht zu Verletzungen Anlaß geben kann.

Fehltreten auf dem Sprungbrett.

Schon der Gebrauch des Sprungbrettes kann Verstauchung des Fußgelenkes, Zerrung der Bänder des Kniegelenks und ähnliche Verletzungen veranlassen: nämlich wenn der Springer mit dem Fuße, von dem er abspringen will, zu weit vortritt, so daß ein Teil des Fußes über die Vorderkante des Sprungbrettes hinausragt. Da bei dem flüchtigen Absprung der Fußballen dann keinen Stützpunkt auf dem Brett findet, so mißlingt der Sprung, und der Fuß schlägt um. Diese Gefahr liegt besonders nahe bei stark Kurzsichtigen. Absprungstelle und Springgerät sollen daher stets gut beleuchtet sein. Die Springschnur ist durch hellere Farbe (beim Abendturnen Überstrich mit weißer Kreide oder Kalkmilch) oder durch einen weißen zungenförmigen Lappen in der Mitte hinreichend erkennbar zu machen.

Ungeschickter Niedersprung.

Am meisten gibt ungeschickter Niedersprung Anlaß zu Verletzungen. Zunächst wenn der Körper, anstatt elastisch auf die vorgestreckten Zehenballen niederzukommen, mit den Fersen zuerst den Boden erreicht, so daß sich auf diese die ganze Fallwucht des Körpers überträgt. Das verursacht selbst auf weicherer Matratze eine heftige Erschütterung des Körpers, welche sich die Wirbelsäule entlang bis zum Kopfe hinauf fortpflanzt und die Zähne zusammenklappen macht. Ja ungeschickter Sprung aus großer Höhe und auf harten Boden kann selbst ernstere Erscheinungen von Erschütterung des Hirns oder des Rückenmarks zur Folge haben. Ferner kann hierbei leicht der Fersenknochen beschädigt werden, sei es, daß der starke Fallstoß den unmittelbar auf den Boden aufschlagenden Knochen nur in heftiger und recht schmerzhafter Weise erschüttert, oder daß dieser doch so derbe Knochen wirklich verletzt wird und kleine Risse oder Sprünge in seinem Gefüge erleidet. Im günstigeren Falle

Verletzung des Fersenknochens.

braucht solche Verletzung des Fersenknochens nicht gerade das Gehen auf dem verletzten Fuße ganz zu hindern, aber das Auftreten auf den Fuß bleibt doch noch wochenlang äußerst schmerzhaft. —

Ausgleiten beim Niedersprung.

Es kann ferner das Aufrichten nach dem Niedersprung mißlingen, der Springer kann ausrutschen und rücklings oder seitlings fallen. Hier sind glatt gewordene Matratzen — z. B. die sonst in bezug auf Staubfreiheit so empfehlenswerte Matratze aus Rindsleder — gefährlich. Auch wenn die Matratze ungeschickt liegt, oder wenn der Springer durch eigenes Ungeschick entweder zu kurz, auf die Vorderkante der Matratze, oder zu weit, auf deren Hinterkante niederkommt, kann Niedersturz und zuweilen selbst Verstauchung des Fußes veranlaßt werden. Am gefahrlosesten ist es, wenn an Stelle der Matratzen eine hinreichend große, mit weichem Sand, oder mit Sägemehl, dem zum Feuchthalten Salz beigemischt ist, angefüllte größere Niedersprungstelle benutzt werden kann. — Beim Üben möglichst hoher oder weiter Sprünge ist es namentlich im Schulturnen angebracht, hinter dem Gerät Schüler zum etwaigen Hilfegeben aufzustellen. Ihre Aufgabe ist es, den Niederspringenden aufzufangen und vor Sturz zu bewahren.

Hilfsstellung.

Am ehesten treten solche üblen Zufälle — die übrigens im regelrechten Turnunterricht nur ausnahmsweise einmal zu verzeichnen sind — auf beim Niedersprung aus größerer Höhe, so beim Tiefspringen, beim Sturmspringen, beim Stabspringen.

Staubige Matratzen.

Staubhaltige, schlechte Matratzen werden beim Sprung leicht zu einer Gefahr für die Atemorgane. Wenn eine größere Abteilung hintereinander zahlreiche Sprünge ausführt, so daß jeder Niedersprung eine Staubwolke aus der Matratze aufwirbelt, so ist nachher die ganze Umgebung des Sprunggeräts in Staubnebel gehüllt. Diese schmutzige Staubluft wirkt um so schädlicher, als durch die Anlauf- und Sprungbewegung die Atemtätigkeit der Turnenden stärker vermehrt und vertieft ist.

Zur Schonung der Atemorgane beim Sprung wird auch vorgeschrieben, den Sprung nach vorheriger tiefer Einatmung, mit geschlossenem Munde „auf einen Atem" auszuführen. Diese Vorschrift bietet außerdem den Vorteil, daß der in tiefer Einatmungsstellung festgelegte Brustkorb den an der Sprungbewegung mitbeteiligten Bauch- und Rückenmuskeln festen Ansatz bietet.

Der Wurf.

§ 330. Die Wurfbahn.

Die Wurfbahn.

Durch den Wurf wird ein mit einer Hand oder mit beiden Händen gefaßter Gegenstand mittels einer stoßenden oder schwingenden Bewegung eines Arms, oder beider Arme in einer bestimmten Richtung bewegt und nach plötzlichem Loslassen mit der ihm erteilten lebendigen Kraft in dieser Richtung fortgeschleudert. Der Weg, den das losgelassene Wurfgeschoß nimmt, d. h. die Flug- oder Wurfbahn, wird wesentlich bestimmt durch folgende Kräfte:

Lebendige Wurfkraft.

1. Die durch den augenblicklichen Stoß oder Schwung des Armes (oder beider Arme) dem Wurfgeschoß mitgeteilte lebendige Wurfkraft, welche nach jeder Richtung hin sich äußern kann.

Schwerkraft.

2. Die andauernd wirkende Schwerkraft, welche stets senkrecht nach unten zum Boden hin zieht.

Widerstand der Luft.

3. Den Widerstand der Luft. Dieser ist verschieden groß je nach der spezifischen Schwere und dem Umfang des Wurfgeschosses. Er äußert sich ferner ver-

schieden, je nachdem die Luft vollkommen ruhig oder bewegt ist (Winddruck). Bei bewegter Luft wird die Wurfbahn verlängert, wenn Wurfrichtung und Richtung der Luftbewegung (Windrichtung) dieselbe sind. Umgekehrt wird die Wurfbahn verkürzt, wenn die Windrichtung der Wurfrichtung entgegengesetzt ist. Trifft die Windrichtung seitlich gegen die Flugrichtung, so wird der Weg des Wurfgeschosses mehr oder weniger in der Richtung der Luftbewegung seitlich abgelenkt.

Lassen wir den Widerstand der Luft zunächst außer Betracht, so ergibt sich für die Gestaltung der Wurfbahn folgendes.

Wurf senkrecht nach oben oder unten.

Ist die Wurfrichtung senkrecht nach unten oder oben gerichtet, so stellt die Wurfbahn eine senkrechte Linie dar, und steht unter dem Einfluß der Gesetze des freien Falls. Beim Wurf senkrecht nach unten nimmt die Fallgeschwindigkeit um so viel zu, als der mitgeteilten Wurfkraft entspricht. Umgekehrt beim Wurf senkrecht in die Höhe nimmt die Geschwindigkeit der Bewegung ab, indem der geworfene Körper, durch die der Wurfkraft entgegengesetzt wirkende Schwerkraft gehemmt, erst

Fig. 502. Flugbahn eines horizontal gerichteten Wurfs.

schneller, dann aber immer langsamer sich erhebt, bis er zuletzt an einem Punkte anlangt, wo Schwerkraft und Wurfkraft sich miteinander ausgleichen. Hier bleibt er einen flüchtigen Moment in Ruhe, kehrt dann um, und folgt von da ab lediglich dem Einfluß der Schwerkraft nach den Gesetzen des freien Falls.

Ist die Wurfrichtung eine andere, als die senkrecht nach oben oder unten, so stellt die Wurfbahn stets eine krumme und zwar parabolische Linie dar. Der höchste Punkt der Parabel heißt der Scheitel; zu ihm hin führt der aufsteigende Ast der Parabel, über den Scheitel hinaus folgt der absteigende Ast.

Horizontaler Wurf.

Wenn der Wurf genau in horizontaler Richtung erfolgt, so liegt der Scheitel der Parabel im Anfang der Flugbahn, und die Flugbahn stellt lediglich den absteigenden Ast einer Parabel dar. Letzteres ist ebenso der Fall bei allen schräg nach abwärts gerichteten Würfen.

Gesetzt, ein Wurfgeschoß, z. B. ein Stein, werde genau in horizontaler Richtung durch einen Wurf fortbewegt, so daß der Stein, wenn die ihm mitgeteilte Wurfkraft allein auf ihn einwirkte, in der ersten Sekunde (Fig. 502) von A nach B, in der

zweiten, dritten usw. Sekunde nach C, D usw. fliegen würden. In dem Augenblick aber, wo der Stein zu fliegen beginnt, wirkt auch schon die Schwerkraft auf ihn ein und sucht ihn senkrecht nach unten zu treiben. So würde der Stein, wenn die Schwerkraft allein auf ihn einwirkte, mit stets beschleunigter Geschwindigkeit nach Ablauf der ersten Sekunde in b, nach Ablauf der zweiten Sekunde in c, nach Ablauf der dritten Sekunde in d usw. sich befinden. Da aber beide Kräfte, Stoß- und Schwerkraft, gleichzeitig auf den Stein einwirken, so findet man nach dem Gesetz des Parallelogramms der Kräfte seine Flugbahn dadurch, daß man den Einfluß der einen wie der andern Kraft durch gerade Linien darstellt, welche der Richtung und Länge nach der Richtung und Größe jener Kräfte entsprechen, daß man ferner das durch beide bestimmte Parallelogramm ergänzt und vom Ausgangspunkt der Bewegung A aus die Diagonale zieht. Demnach wird die gekrümmte Flugbahn des Steines die Punkte b' (nach der ersten Sekunde), c', d', e', f', g' passieren und den absteigenden Ast einer Parabel, deren Scheitel in A liegt, darstellen.

Fig. 503. Flugbahn eines schräg aufwärts gerichteten Wurfs.

Wurf schräg aufwärts.

Ist die Wurfrichtung schräg aufwärts gerichtet, so ist die Flugbahn zunächst eine aufsteigende, dann aber, nachdem sie den höchsten Punkt oder den Scheitel der Parabel erreicht hat, eine absteigende. Sie wird auf dieselbe Art ermittelt. In Fig. 503 würde ein mit der Geschwindigkeit A B schräg aufwärts geworfener Stein, wenn die Schwere nicht auf ihn einwirkte, in der 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7. Sekunde nach B, C, D, E, F, G, H gelangen, während die Schwere allein ihn in denselben Zeiten nach b, c, d, e, f, g, h fallen machen würde. Stellen wir aber diese Kräfte in Form von Linien dar, und ergänzen die betreffenden Parallelogramme, so ergibt sich die erst aufsteigende, dann absteigende parabolisch gekrümmte Wurfbahn Ab' c' d' e' f' g' h'. Der Winkel, welchen die anfängliche Flugbahn mit der Horizontalen bildet, heißt der Erhöhungswinkel. Je größer dieser Winkel wird, um so steiler, zuletzt der Senkrechten sich annähernd, wird der absteigende Ast der Parabel, d. h. um so mehr rückt der Scheitel der Parabel dem Ende der horizontalen Flugweite zu. Es zeigt sich ferner, wenn man die Flug- oder Wurfbahnen für verschiedene Erhöhungswinkel bestimmt (Fig. 504), daß bei Würfen mit gleicher Wurfkraft die Flugweite in horizontaler Richtung mit zunehmendem Erhöhungswinkel zunächst anwächst bis zu einem Erhöhungswinkel von 45°, um dann weiterhin wieder immer mehr abzunehmen, bis die Wurfweite bei 90° — senkrecht aufsteigender Wurf — gleich Null wird. Es ist also die Wurfrichtung von 45°, oder einen halben rechten Winkel, diejenige, bei welcher man die größte Wurfweite erzielt.

Erhöhungswinkel und Flugweite.

Schwere und Größe des Wurfgeschosses.

Was die zur Erzielung einer größtmöglichen Wurfweite zweckmäßigste Größe und Form des Wurfgeschosses betrifft, so muß es handlich sein, d. h. von den Fingern der Hand gut umgriffen werden können, und wenigstens bis zum Beginn der Mittelhand reichen. Auf kleinere, nur mit den Fingerspitzen umfaßte Gegenstände läßt sich die volle Wurfkraft des Armes nicht mehr ganz übertragen. Was die Schwere des Wurfgeschosses betrifft, so wird dieselbe Kraft einem leichteren Wurfgerät zwar auch eine größere Anfangsgeschwindigkeit mitteilen, indes wächst mit der geringeren spezifischen Schwere auch der Luftwiderstand. Einen spezifisch sehr leichten Gegenstand, z. B. einen Papierballen, weit zu werfen, ist auch mit der größten Kraftanstrengung nicht möglich, während eine gleich große um das vielfache

Fig. 504. Flugbahnen für verschiedene Würfe schräg aufwärts mit gleicher Wurfkraft, aber verschiedenem Erhöhungswinkel.

schwerere Bleikugel, mit gleicher Wurfkraft abgeworfen, weithin die Luft durchfliegt. Einen platten festen Stein in Form einer runden Scheibe, den man bequem mit Daumen und Zeigefinger zangenförmig umfaßt und der vermöge seiner Form wenig Widerstand durch die Luft findet, indem er sie leicht durchschneidet, wird man weiter werfen können, als einen gleich schweren hohlen Ball. Als Übung hat der Wurf eines kleinen leichteren Wurfgeräts, z. B. eines kleinen etwa 100 g schweren Schlagballs, natürlich dieselbe Berechtigung, wie das Schleudern eines 2 Kilogramm schweren Schleuderballs, oder das Stoßen eines 17 Kilogramm schweren Steins.

§ 331. Arten des Wurfs.

Arten des Wurfs.

Die verschiedenen auf unseren Übungsplätzen üblichen Arten des Wurfs lassen sich in mannigfacher Weise einteilen. Für den praktischen Bedarf ist es am einfachsten, je nach Art des Wurfgeräts (Ger- und Lanzenwerfen; Ballwerfen; Ballschleudern; Kugelwerfen; Steinstoßen usw.), die verschiedenen Würfe abzuhandeln. Nach der Form der Bewegung unterscheiden wir aber vor allem zwei Arten des Wurfs: nämlich den Stoßwurf und den Schwungwurf (oder Schleuderwurf).

Stoßwurf.

Beim Stoßwurf erfolgt der Wurf geradlinig, d. h. das Wurfgerät wird nach einer ausholenden Vorbewegung in der Richtung des Wurfs bewegt, und fliegt, losgelassen, in der Richtung dieser Wurf- oder Stoßbewegung einfach weiter. Zum Stoßwurf gehörig ist der Schockwurf. Der Unterschied ist der, daß beim Stoßwurf im engeren Sinne das Wurfgerät mit emporgehobenem Arm mindestens in Schulterhöhe, in Augenhöhe oder gar über dem Kopfe hinweg nach vorwärts

Fig. 505. Stoßwurf mit einem schweren Stein. – Nach einer Reihenaufnahme von O. Anschütz.

oder vor- und aufwärts (den Tiefwurf können wir außer Betracht lassen) gestoßen oder geworfen wird, während beim Schockwurf der Wurfarm herabhängt, und das Wurfgerät nach vorgängiger ausholender Bewegung — die, wie beim Schwungwurf, den Teil eines Kreisbogens darstellt, — etwa in der Höhe der Körpermitte oder etwas darüber geradlinig fortgestoßen oder geworfen wird.

Schleuderwurf.

Beim Schwung- oder Schleuderwurf macht der Arm mit dem Wurfgeschoß eine kreisförmige Bewegung, und gibt während dieser Kreisbewegung das Wurfgerät frei, so daß es in der Richtung der Tangente des Schwungkreises weiterfliegt. Eine haarscharfe Trennung zwischen Stoß- und Schleuderwurf findet durchaus nicht immer statt, indem bei Würfen, welche an sich den Charakter des Schleuderwurfs tragen, der Wurfarm der Richtung der Tangente ein Stück mit folgt, und dann erst das Wurfgeschoß frei wird, d. h. der Wurfarm fügt dem Schwung noch eine kurze stoßartige Bewegung bei.

§ 332. Der Stoßwurf.

Der Stoßwurf.

Beim Stoßwurf wird also durch eine geradlinige stoßende Bewegung dem zu werfenden Wurfgerät eine Bewegung derart erteilt, daß es, sobald es freigegeben ist, mit der empfangenen lebendigen Kraft genau in der Richtung der Stoß- oder Wurfbewegung weiterfliegt. Soll die Wurfbewegung eine möglichst ausgiebige sein und dem Wurfgeschoß eine starke Wurfkraft erteilt werden, so müssen die Muskeln, welche die Wurfbewegung bewirken, unter möglichst günstigen Bedingungen arbeiten können, d. h. mit der Vollkraft der ersten heftigen Verkürzung aus dem Zustand größtmöglicher Dehnung heraus. Eben weil es sich beim Wurf um eine ganz augenblickliche Höchstleistung der Muskeln handelt, ist hier auch, wie kaum noch bei einer anderen Leibesübung, ein richtiges Ausholen von großer Wichtigkeit, ja für die Ausgiebigkeit des Wurfs mit entscheidend. Derjenige Muskel nun, welcher in der Hauptsache den Arm im Schultergelenk in der Richtung von hinten nach vorn schleudert, ist der große Brustmuskel. Der gegensinnig wirkende Muskel, welcher das Schulterende des Arms nach hinten und unten zieht, und damit den großen Brustmuskel vor allem zum Ausholen spannt, ist der breiteste Rückenmuskel.

Ausholen beim Wurf.

Beim Wurf beteiligte Muskeln.

Das durch die plötzliche Zusammenziehung des großen Brustmuskels bewirkte Vorschleudern des Armes zum Wurf und Stoß wird weiterhin fortgesetzt und ausgiebiger gestaltet durch heftige Streckung im Ellbogengelenk, vor allem mittels des dreiköpfigen Armstreckers. Ist das Wurfgerät groß und wird mit beiden Händen gefaßt, dann vollzieht sich die Wurf- und Stoßbewegung vorwärts, wenn das Wurfgerät vor die Brust oder vor den Kopf gebracht ist und von hier aus vorwärts geworfen wird, vorzugsweise nur mit den Streckmuskeln des Armes. Der Stoß ist nur ein kurzer, besitzt geringere Wucht und trägt nicht weit. Daher ein schwerer Stein, der möglichst weit vorwärts fliegen soll, nur von einem Arm geworfen wird. Um dabei den Brustmuskel des Wurfarmes ausholend zu spannen, wird der Wurfarm seitlich vom Körper stark nach hinten geführt und der Arm zugleich im Ellbogengelenk gebeugt zur ausholenden Spannung der Strecker. Umfang und Wucht der Stoßbewegung werden aber noch wesentlich verstärkt durch eine Reihe von Hilfsbewegungen. Diese sind: 1. eine Drehung des Rumpfes um seine Achse nach der Seite des Wurfarmes zu; 2. eine seitliche Biegung des Rumpfes entgegengesetzt der Wurfrichtung (s. Abb. des Stein- sowie Speerwurfs). Diese beiden Rumpfbewegungen bringen die Schulter des Wurfarmes möglichst nach hinten und unten und verstärken durch heftige Streckung des Rumpfes und Drehung

Wurf mit beiden Armen.

Wurf mit einem Arm.

Hilfsbewegungen des Rumpfes und der Beine.

Fig. 506—511. Speerwurf. — Sechs Momente aus einer Reihenaufnahme von O. Anschütz.

nach vorne im Augenblick der Wurfbewegung deren Umfang. Dasselbe bezweckt 3. eine *Beugung* der in Auslagestellung befindlichen Beine im Hüft- und Kniegelenk, namentlich des *hinteren*, dem Wurfarm gleichsinnigen Beines, auf welches das ganze Schwergewicht des Körpers übertragen wird. Der Fuß dieses Beines steht rechtwinklig zur Wurfrichtung, der Fuß des vorderen, unbelasteten, vor dem Wurf oft mit der Ferse leicht gelüfteten Beines ist dagegen genau in die Wurfrichtung gestellt. Dadurch, daß das hintere Bein im Augenblick des Wurfes eine heftige *Streckung*, also eine *sprungartig* schnellende Bewegung — so daß im Augenblick des Abstoßens tatsächlich der Fuß vom Boden abgestoßen wird — ausführt, hilft es wesentlich, den Rumpf in der Richtung nach vorn und oben zu werfen.

So werden also an dem Stoßwurf zahlreiche Muskeln der Arme, der Brust, der Schulter, des Rumpfes und der Beine beteiligt, welche alle im gegebenen Augenblick zu einer einzigen plötzlich erfolgenden heftigen Bewegung zusammenwirken.

Streckung des seitlich gebogenen Rumpfes und Vierteldrehung des Rumpfes um seine Achse; Werfen der nach hinten und unten gebrachten Schulter weit nach vorn und oben; gleichzeitiges Schleudern des in Ellbogen und Handgelenk bis zu den Fingerspitzen hin sich streckenden Armes nach vorwärts in die Wurfrichtung; sprungartige Streckung des hinteren tief gebeugten Beines, die wuchtig genug ist, um den Fuß vom Boden ab hoch zu schnellen, mit plötzlicher Übertragung der Schwerlast des Körpers von dem hinteren auf das vorgesetzte Bein — alles dies vollzieht sich in einem Zuge. Die gesamte Rumpflast wird gewissermaßen in der Flugrichtung eine Strecke weit mitgeworfen und würde nach vorn nachstürzen, wenn nicht das vorgesetzte Bein, im Knie sich beugend, in ähnlicher elastischer Weise, wie dies beim Niedersprung der Fall ist, den Fallstoß aufnimmt und dessen Wucht abschwächt. So gewinnt der Körper Halt und kann sich wieder aufrichten.

Aber nicht nur vorwärts fliegt der Körper, sondern die Wucht der Bewegung auf nur einer Körperseite, während die andere Körperseite an der eigentlichen Wurfbewegung nicht beteiligt ist, bringt eine Achsendrehung des Körpers nach der unbeteiligten Körperseite hin zustande. Diese tritt besonders schön in den Reihenaufnahmen des Stein- und Speerwurfs zutage.

Anlauf beim Stoßwurf.

Der Stoßwurf auch mit schwererem Gewicht wird in seiner Ausgiebigkeit gefördert, wenn einige sprungartige *Anlaufschritte* dem Wurf vorausgehen und dem Körper eine gewisse lebendige Kraft in der Richtung nach vorwärts bereits verleihen. Allerdings gehört eine besondere Übung dazu, um die durch den Anlauf erzielte Bewegung nach vorwärts auch unverzüglich im rechten Augenblick zum Wurf auszunutzen.

Werfen mit Speer, Lanze usw.

Außer bei schwerem umfänglichen Wurfgerät, wo von einer schleudernden Bewegung keine Rede sein kann und das Schocken vom herabhängenden Wurfarm aus viel zu wenig vorwärts tragen würde, wird der Stoßwurf stets angewendet beim *Wurf mit langem stabartigen Wurfgeschoß*, also mit dem Speer, dem Ger, dem Eisenstab usw.

Nach der Richtung, welche hierbei dem Wurfgerät mitgeteilt wird, unterscheidet man *Kern- und Bogenwürfe*.

Kernwurf.

Der *Kernwurf* (Fig. 512) ist auf ein bestimmtes Ziel derart gerichtet, daß die Spitze des Wurfgeschosses in möglichst geradliniger Flugbahn das Ziel trifft. Meist handelt es sich dabei um ein in Manneshöhe oder wenig darüber befindliches Ziel, und die Wurfbahn ist annähernd horizontal. Man wendet also den Kernwurf vor allem an beim Zielwurf nach der Scheibe, nach dem Pfahlkopf, beim Wurf durch einen Ring usw. Da bei horizontal gerichtetem Wurfgeschoß die Flugbahn von Beginn an, und zwar um so mehr, je weiter die Entfernung des Werfenden vom Ziel,

von der Wirkung der Schwere mit beeinflußt wird, so ist für die Übung des Kernwurfes als Zielwurf folgendes zu beachten:

1. Das Ziel, nach welchem geworfen werden soll, darf nicht weitab vom Werfenden liegen. Andernfalls ist der Bogenwurf zu wählen, mit welchem indes ein bestimmtes Ziel zu treffen schon recht schwierig ist.

2. Der Zielpunkt muß etwas höher genommen werden.

3. Am vorteilhaftesten für den Kernwurf ist es, wenn das Ziel nicht in gleicher Höhe mit der Schulter des Werfenden sich befindet, sondern etwas höher gelegen ist, so daß die Wurfrichtung nicht von vornherein eine genau horizontale ist. Die Abweichung nach unten wird für einen bestimmten Teil der Flugbahn dann nicht so groß sein, als dies beim rein horizontal gerichteten Wurfe der Fall ist. —

Der Bogenwurf mit der Lanze oder dem Ger wird stets da mit Vorteil angewendet, wo es nicht darauf ankommt, mit der Spitze des Wurfgeräts ein bestimmtes Ziel zu treffen, sondern, wo es sich darum handelt, möglichst in die Weite zu werfen.

Fig. 512. Kernwurf.

Zur Verstärkung des Wurfes, und um dem Wurfgerät eine Drehung um seine Längsachse zu erteilen — ähnlich wie der Kugel durch die Züge des Gewehr- oder Geschützlaufes eine kräftige Achsendrehung beim Fluge mitgeteilt ist —, kann am Schaft des Speers, hinter dessen Schwerpunkt, ein schlingenförmiger, um den Schaft gewickelter Riemen angebracht sein, in dessen Schlinge ein oder mehrere Finger der Wurfhand eingreifen und zugleich mit dem Abwurf das Wurfgerät loslassen. Die letzterem dadurch erteilte drehende Bewegung hilft den Widerstand der Luft wesentlich verringern und macht die Flugbahn geradliniger oder gestreckter und damit länger.

Wird der Bogenwurf als Zielwurf ausgeführt, so muß die Spitze des Gers oder des Speers die nötige Schwere gegenüber dem leichteren Schaft besitzen, so daß der Schwerpunkt des Wurfgeschosses mehr nach vorn liegt. Nur so wird die Spitze immer voraus fliegen und die Achse des Speeres immer mit dem Weg der Flugbahn gleichgerichtet bleiben.

Der Schockwurf.

§ 333. **Der Schockwurf.** (Siehe die Reihenaufnahme S. 574 und 575.)

Der Schockwurf unterscheidet sich vom Stoßwurf im engeren Sinne dadurch, daß zum Ausholen der Wurfarm gesenkt bleibt. Die Hand mit dem Wurfgeschoß wird

erst zum Ausholen schwunghaft nach hinten geführt, dabei den Teil eines Kreisbogens beschreibend, und dann denselben Weg zurück, also zunächst auch eine Kreisbewegung

Fig. 513. Diskuswurf mit schraubenförmiger Drehung des Körpers. Nach einer Reihenaufnahme von Prof. Dr. Kohlrausch.

machend, nach vorn. Würde der Wurf nur aus dem Arm heraus erfolgen, während der Körper im übrigen unbewegt bliebe, so müßte das Wurfgeschoß, während der Kreisbewegung des Armes losgelassen, einfach in der Richtung der Tangente weiterfliegen,

Fig. 514. Diskuswerfer nach Myron. Nach einer Statuette im Bonner Altertums-Museum.

6 5 4

10 9

16 15 14

Fig. 515—530. Schockwurf mit einer diskusähnlichen Wurfscheibe.

3 2 1

8 7

13 12 11

Nach einer Reihenaufnahme von O. Anschütz.

und wir hätten einen — wegen der Kleinheit des Schwunges — wenig kraftvollen Schleuderwurf. Dadurch aber, daß der zurückgebeugte Rumpf gerade in diesem Augenblick aufgerichtet, die Schulter des Wurfarms nach vorn und oben geworfen und ferner das zurückgestellte gebeugte hintere Bein kraftvoll und sprungartig schnellend gestreckt wird, wird die Wurfhand mit dem Wurfgeschoß in der Richtung der Tangente, d. h. des Wurfs, geradlinig fortgetrieben. Der anfänglichen Schwungbewegung gesellt sich also die geradlinige Stoßbewegung hinzu: der Schockwurf wird zugleich ein Stoßwurf.

Bei manchen Schockwürfen ist diese Grenze nicht scharf zu ziehen — der Schockwurf nimmt daher vielfach eine Mittelstellung zwischen Schwungwurf oder Schleuderwurf und Stoßwurf ein. —

Dem Wurfgeschoß mitgeteilte Drehung.

Ist das Wurfgeschoß eine Kugel (Ball, Kegelkugel) oder eine runde Scheibe (z. B. Diskusscheibe), so vermag beim Freigeben des Wurfgeschosses die Hand, indem sie das Wurfgeschoß über die Handfläche und die gestreckten Finger, namentlich Zeige- und Mittelfinger, rollen läßt und mit den übergestreckten Fingerspitzen im Augenblick des Loslassens eine kurze schnellende Beugebewegung ausführt, die Kugel oder Scheibe in eine rollende Bewegung um ihre Achse während des Fliegens zu versetzen.

Beinstellung beim Schockwurf.

Beim Stoßwurf mit schwerem Wurfgeschoß (Stein oder Eisenkugel), ebenso beim Stoßwurf mit Lanze oder Ger erfordert schon die rechte Unterstützung des Schwerpunktes beim Ausholen, daß das dem Wurfarm *gleichsinnige* Bein *nachgestellt* und tief gebeugt ist und durch seine sprungartige Streckung während des Wurfes selbst die Schulter des Wurfarmes nach vorn und oben werfen hilft. Ebenso ist beim Schockwurf mit mittelschwerem oder leichterem Wurfgeschoß (größerer Ball, Kegelkugel usw.) in der Regel das dem Wurfarm gleichsinnige Bein zurückgestellt, und der Schwerpunkt wird erst zu Ende der eigentlichen Wurfbewegung auf das vordere Bein übertragen, welches dabei den mit der Wucht des Wurfes nach vorne erfolgenden Stoßfall des Körpers aufhält.

Schraubenförmige Drehung beim Wurf.

Es kann aber auch der Schockwurf so erfolgen, daß das dem Wurfarm *gleichsinnige* Bein in Beugung *vorgestellt* ist. Diese Stellung ermöglicht, wie die Reihenaufnahme eines Diskuswurfes Fig. 513 sehr schön zeigt, daß der Rumpf mit dem Wurfarm auf den Hüftgelenken unter Kreuzung der Beine außerordentlich stark zum Ausholen nach hinten gedreht werden kann. Dabei wird zugleich der Rumpf gebeugt und der ganze Körper stark gesenkt. Und nun aus dem tiefsten Punkt des Ausholens heraus macht der Körper eine schraubenförmige Drehung um seine Achse zurück nach vorn und aufwärts, die entsprechende Wurfbewegung des Armes ungemein verstärkend. So groß ist die Wucht dieses in einer Schraubenlinie erfolgenden Drehschwunges, so heftig die plötzliche Streckung des vorher tief gebeugten Wurfbeines, daß der Körper, hochgestreckt, dem Wurfgeschoß nach vom Boden erhoben und mit in die Höhe gerissen wird, um dann auf das nunmehr vorschwingende bisher hintere Bein wieder zum Boden zu gelangen.

Diskuswerfer nach Myron.

Diese Art des Wurfes wurde bei den *Griechen* zweifellos geübt. Auch der bekannte *Diskuswerfer* nach Myron hat das dem Wurfarm gleichsinnige Bein *vorgesetzt*; auch hier findet sich die Achsendrehung des Rumpfes und die dadurch hervorgerufene merkwürdige Zwangsstellung des hinteren auf dem Zehenrücken stehenden Beines. Man braucht die Myronsche Figur nur mit diesen Aufnahmen Kohlrauschs eingehender zu vergleichen, um über die Art des hier dargestellten Wurfes nicht im unklaren zu bleiben. Der Myronsche Diskuswerfer stellt eben das Ausholen zu einem solchen mit schraubenförmiger Drehung des Körpers ausgeführten Wurfe dar. Daher ist es auch so außerordentlich schwierig, ja fast unmöglich, diese Stellung des Diskuswerfers von einem lebenden Modell genau wiedergeben und das Modell in dieser Stellung beharren zu lassen. Man darf nicht vergessen, daß auch

das geübteste Künstlerauge so flüchtige Augenblicke, wie sie in einer photographischen Reihenaufnahme zutage treten, unmöglich mit voller Treue erfassen kann. Die Schärfe der Beobachtung, mit welcher bei dem Myronschen Diskuswerfer der bezeichnende Augenblick einer heftigen und ganz eigenartigen Bewegung erfaßt und dargestellt ist, stempelt diese Figur zu einem Wunder der darstellenden Kunst.

Übrigens zeigen die alten Bildwerke, daß diese Art des Diskuswurfs durchaus nicht ausschließlich, ja wahrscheinlich nicht einmal vorwiegend bei den Griechen geübt

Fig. 531. Diskuswurf als Schockwurf: Garret, Athen 1896.

wurde. Auf einer Reihe antiker Darstellungen sehen wir den Diskuswurf als Schockwurf so ausgeführt, daß das dem Wurfarm gleichsinnige Bein in Beugung zurückgestellt ist. So wird auch auf unsern Übungsplätzen noch meist geworfen. Zum Vergleich mit dem Myronschen Diskuswerfer sei hier die Augenblicksaufnahme des Wurfes des Amerikaners Garret (Athen 1896) wiedergegeben, welcher mit dem einfachen Schockwurfe, wobei also das dem Wurfarm gleichsinnige Bein nicht vor- sondern nachgestellt ist, eine Wurfweite von 29,05 Metern erreichte und damit erster Sieger blieb. In St. Louis 1904 sahen wir einen Diskuswurf von 39,28 m! So schnell hat sich diese Wurfart auf den amerikanischen Sportplätzen in wenigen Jahren vervollkommnet.

§ 334. Der Schwung- oder Schleuderwurf.

Schwung- oder Schleuderwurf.

Beim Schwung- oder Schleuderwurf beschreibt der Arm mit dem Wurfgerät eine Linie, welche einen mehr oder minder großen Teil eines Kreisbogens, ja sogar einen ganzen oder mehrere Kreise nacheinander darstellt. Das Zentrum dieser Kreisbwegung wird vom Schultergelenk gebildet, oder genauer gesagt, entspricht der

Lage des Schultergelenks, denn tatsächlich beschreibt der schwingende Arm mit dem Schultergelenk als Zentrum keinen Kreis, sondern eine Trichterfläche. Der Arm ist dabei gestreckt. Durch diese Kreisbewegung wird dem Wurfgeschoß eine starke Bewegung mitgeteilt: freigegeben fliegt das Geschoß mittels der erhaltenen Zentrifugalkraft in der Richtung der Tangente weiter. Der Augenblick des Freigebens des Geschosses an irgend einem Punkte der Kreislinie bestimmt demnach die Anfangsrichtung der Flugbahn. Wird das Geschoß in dem Augenblicke freigegeben, wo der Arm als Radius der Kreisbahn eines Schwunges in einer senkrecht zur Horizontalen stehenden Ebene senkrecht nach unten gerichtet ist, die Hand also am tiefsten Punkte des Schwunges sich befindet, so fliegt das Wurfgeschoß genau horizontal ab; wird das Wurfgerät freigegeben in dem Augenblick, wo der Arm im Kreisschwung von unten nach oben herauf parallel der Horizontalen des Bodens sich befindet, so ist die Flugbahn senkrecht nach oben gerichtet. Wird das Geschoß an irgend einem Punkte des Viertelkreises, der zwischen den beiden genannten Stellungen liegt, freigegeben, so fliegt das Wurfgeschoß schräg aufwärts, und zwar um so flacher, je näher der senkrechten Stellung des Armes, um so steiler, je näher der horizontalen Stellung des Armes der Augenblick des Freigebens erfolgt ist.

Richtung der Flugbahn.

Schwungkreis in einer zur Horizontalen senkrecht gestellten Ebene.

Fig. 532. Schleuderwurf mit zum Boden senkrechter Schwungkreisebene. — Der in A freigegebene Ball fliegt parallel dem Boden in der Richtung nach a; in B freigegeben nach b; in C freigegeben nach c. — br Blickrichtung.

Es ist also hier angenommen, daß die Ebene, in welcher der Kreisbogen der Schwungbewegung, ebenso wie deren Tangente, die Flugbahn liegt, senkrecht zur Horizontalebene des Bodens steht. Ein Kreisschwung in dieser Ebene hat den großen Vorteil, daß, man mag das Geschoß in einem Erhöhungswinkel zwischen rein horizontaler und rein senkrechter Flugbahn werfen, welchen man will, die Flugrichtung doch in gleicher Richtung geradeaus geht, in der Blickrichtung (Fig. 532).

Schwungkreis in einer zum Boden schiefen oder demselben parallelen Ebene.

Nun ist es aber keineswegs notwendig, die Kreisbewegung des Schwungwurfes nur in dieser Form erfolgen zu lassen. Vielmehr kann sie auch in einer Ebene, die zur Horizontalen schief geneigt ist, liegen, oder gar in einer dem horizontalen Boden parallelen Ebene. Tatsächlich wird in zahlreichen Fällen der Schleuderwurf in dieser Weise ausgeführt. Hierbei fliegt aber das Wurfgeschoß z. B. der Schleuderball nur dann in der anfänglichen, auf das Ziel gehenden Blickrichtung geradeaus nach vorwärts, wenn der Ball gerade in dem Augenblick frei-

gegeben wird, wo der vorwärtsbewegte Arm, als Radius des Schwungkreises, genau senkrecht zur Blickrichtung geradeaus sich befindet. Daher bei solchen Würfen der Ball ungemein leicht und oft seitlich anstatt geradeaus fliegt. Es gestattet aber diese Art des Schleuderwurfs durch Rumpfbewegungen und namentlich durch Rumpfdrehungen um die Körperachse den Schwungkreis stark zu vergrößern und dadurch den Wurf wuchtiger sowie weittragender zu gestalten.

§ 335. Übungswert des Wurfs.

Übungswert des Wurfs.

Wie der Sprung, so ist auch der Wurf eine bis zur Höchstleistung der hauptsächlich beteiligten Muskeln führende, ebenso heftige als kurze schwunghafte Bewegung. Zahlreiche Muskeln der verschiedensten Körpergegenden werden beim Wurf, wenn auch in sehr verschiedenem Maße von Anstrengung, beteiligt. Während beim Sprung die eigentliche Hauptbewegung den Beinen zufällt, wird beim Wurf die Hauptbewegung von denjenigen Muskeln ausgeführt, welche die Arme und Schultern bewegen. Indes werden beim Wurf außerdem die Rücken- und Beinmuskeln oft derart in Anspruch genommen, daß ihre Arbeit über die einer bloßen Hilfsbewegung weit hinausgeht. Beim Stoßwurf — namentlich wenn es sich um ein schweres Wurfgeschoß handelt — verlangt die starke und wuchtige Schwerpunktsverlegung des Körpers nach der Wurfrichtung hin geradezu eine flüchtige Höchstleistung der Strecker des Rückens und namentlich der der Beine. Beim zurückgestellten Bein kommt diese Arbeit der Streckmuskeln am Hüft-, Knie- und Sprunggelenk der einer Sprungbewegung gleich und hat, wie oben gezeigt, tatsächlich auch oft den Erfolg, den Körper dem fliegenden Wurfgeschoß nach vom Boden ab in die Höhe zu schleudern. Der Wurf ist mithin eine Kraftübung, welche größere Muskelgebiete, ganz besonders der Arme und Schultern, ungemein zu üben und zu kräftigen imstande ist.

Beim Wurf beteiligte Muskeln.

Wurf als Kraftübung.

Unter den verschiedenen Wurfarten trägt den ausgesprochenen Charakter einer Kraftübung vor allem der Stoßwurf mit schwerem Wurfgerät, vorab das Steinstoßen; ferner das Kugelwerfen, der Speerwurf in die Weite, der Schleuderwurf mit schwerem Schleuderball u. dergl.

Bei allen Schwungwürfen, bei welchen es so sehr darauf ankommt, nicht nur dem Wurfgeschoß möglichst große Anfangsgeschwindigkeit und damit möglichste Flugkraft zu erteilen, sondern auch das Geschoß im richtigen Augenblicke frei zu geben, weiterhin bei allen auf ein bestimmtes Ziel gerichteten Zielwürfen nimmt der Wurf in hohem Grade Muskelgefühl und Abschätzungsvermögen in Anspruch, und erheischt ferner, sowohl in den Haupt- wie in den Hilfsbewegungen, in hohem Maße genaueste Zusammenarbeit (Koordination) zahlreicher über das ganze Skelett verteilter Muskeln. Der Wurf reiht sich somit auch den Geschicklichkeitsübungen an, ja ist eine hervorragende Geschicklichkeitsübung, denn kaum eine andere Übungsart gibt Gelegenheit, in so vortrefflicher Weise das Augenmaß zu üben, und nach Maßgabe dessen Bewegungsart, Bewegungsumfang und Kraftaufwand genau einzurichten.

Wurf als Geschicklichkeitsübung.

Dieser Übungswert des Wurfes als Geschicklichkeitsübung macht das Ballwerfen in Verbindung mit der Geschicklichkeitsübung des Ballfangens sehr geeignet, in elementarer Weise zu einem Übungsstoff für den schulmäßigen Turnbetrieb verwendet zu werden. Solche Übungen — unser verstorbener Freund Hermann in Braunschweig hat sie für das Schulturnen trefflich bearbeitet — haben zudem den Vorzug, eine Vorübung für die Ballspiele zu sein.

Übungen im Ballwerfen und Ballfangen.

Inanspruchnahme nur einer Körperseite.

Nun hat man an dem Wurf als Leibesübung das tadeln wollen, daß er fast ausschließlich eine und dieselbe Körperseite in Anspruch nehme, und zwar, abgesehen von den wenigen Linkshändern, die mit Vorliebe links werfen, nur die rechte. Es ist darum gefordert worden, die Wurffertigkeit sowohl rechts wie links auszubilden. Für die elementaren Ballübungen ist diese Forderung auch eine durchaus berechtigte. Auch die Vorübungen im Steinstoßen, im Kugelwerfen, im Gerwerfen usw. lassen sich sehr gut rechts wie links betreiben. Anders dagegen, wo die möglichst große Leistungsfähigkeit im Werfen überhaupt in Frage kommt, so beim Ballspiel oder beim Wettwerfen. Hier handelt es sich um möglichst sichere und weite Würfe mit einem bestimmten Wurfgeschoß; um solche zu erzielen, muß man jeden nach seiner Art werfen lassen, mit demjenigen Arm, mit welchem er eben am besten und weitesten wirft. Die Wurffertigkeit beider Arme gleichmäßig zu entwickeln, wäre ein ebenso unnützes wie unmögliches Beginnen. Die ungleiche Fertigkeit ist eben die von Natur gegebene.

Formen des Wurfs.

§ 336. Formen des Wurfs.

Folgende Formen des Wurfs werden auf unseren Übungsplätzen vorzugsweise geübt:

1. Das Gewichtstoßen. Zum Gewichtstoßen benutzt man schon aus alter nationaler Überlieferung (im Gerwurf, im Weitsprung und im Stoßen eines „großen und ungefügen" Steins bestand der Wettkampf Siegfrieds und Brunhildens, von welchem das Nibelungenlied erzählt) zumeist einen schweren Stein. Bevorzugt ist dabei ein Gewicht von 15 kg. Die besten Würfe damit auf deutschen Turnfesten sind 6 – 7 Meter weit. Man nimmt entweder nur roh behauene oder in Würfelform zurechtgemeißelte Steine. Solche sind indes wenig handlich. Besser wäre schon ein natürlicher großer Kiesel- oder Feldstein von entsprechendem Gewicht. Noch bequemer zum Stoßwurf sind Wurfgeräte aus Eisen, entweder in Zylinderform – der Zylinder paßt am besten in die offene Hohlhand hinein – oder in Form einer Eisenkugel.

Im übrigen werden zum Stoßwurf Eisenkugeln von verschiedenstem Gewicht gebraucht. Namentlich bürgern sich neuerdings bei uns leichtere Gewichte von 5 – 10 Kilo Gewicht ein, welche einen schwunghaften, weiter tragenden Wurf mit Anlauf gestatten.

2. Der Weitwurf mit dem kleinen Ball (Schlagball von 100 – 200 Gramm Gewicht, Kricketball u. dergl.).

Die besten Wurfweiten deutscher Übungsplätze sind gegen 90 m. Von athletischen Kampfplätzen Amerikas und Englands sind verzeichnet: 128,02 m mit dem Kricket-Ball, 142,53 m mit dem Lacrosse-Ball.

3. Schockwurf mit einer Kugel von $2^1/_2$ Kilo oder mit dem Stoßball.

4. Schwungwurf mit schwerem Gewicht. Eine Eisenkugel mit Griff, 25,4 Kilogramm schwer, benutzt man zum Gewichtwerfen auf den athletischen Sportplätzen. Die besten damit erzielten Würfe sind 8 – 8,15 m weit. Auch Hochwürfe mit diesem Gewicht werden geübt. Als bester ist ein Wurf von 3,58 m Höhe verzeichnet.

5. Schwungwurf mit dem meist 2 Kilogramm schweren Schleuderball. Es gibt aber auch Schleuderbälle, welche das Doppelte dieses Gewichts wiegen.

Die Schleuderbälle haben als Handhabe entweder einen festen kurzen Henkel, oder eine längere Riemenschleife oder Schlaufe. Bälle mit Schlaufen ergeben beim Schleudern einen größeren Durchmesser des Schwungkreises und dementsprechend größere

Zentrifugalkraft. Sie tragen also weiter. Indes ist es bei diesen Bällen schwieriger, den genau richtigen Augenblick des Freigebens wahrzunehmen.

6. Der Weitwurf mit der Diskusscheibe. Der gebräuchliche Diskus unserer Übungsplätze stimmt nach Größe und Gewicht ziemlich mit dem antiken Bronzediskus des Berliner Museums überein.

7. Der Weitwurf mit dem Speer oder dem Ger.

8. Der Zielwurf nach dem Pfahlkopf oder der Scheibe mit Ger oder Speer.

9. Das Hammerwerfen. Der Schwungwurf mit einem Hammer — Eisenprisma mit längerer Griffstange, in Amerika wird eine Bleikugel, die an dickem Eisendraht befestigt ist, bevorzugt — wird fast ausschließlich auf englischen und amerikanischen Sportplätzen geübt. Das Gewicht des Hammers schwankt zwischen 3 bis 10 Kilogramm. Am beliebtesten ist das Hammergewicht von 7,25 Kilo (16 engl. Pfund). Geworfen wird mit einer oder mit beiden Händen unter starkem Schleuderschwung und schließlichem Kreisschwung um die Körperachse mit ganzer Drehung. Die besten Würfe mit dem 7,258 Kilo schweren Hammer gehen bis zu 40 m mit einer, 50 m und darüber mit beiden Händen.

Alle diese Wurfarten bieten eine große Verschiedenheit in der Bewegung dar, so daß sie einander als Übung durchaus nicht ersetzen, sondern nebeneinander geübt zu werden verdienen.

10. In besonders mannigfacher Art kommen Würfe mit großem wie kleinem Ball (neben dem Ballfangen, dem Ballschlagen und dem Balltreten) zur Übung bei unseren verschiedenen Ballspielen. Andererseits ist es von hohem Wert, wenn zu den Spielen bereits ein entsprechender Grad von Fertigkeit und Sicherheit im Werfen, Schlagen und Fangen des Balls mitgebracht wird. Denn erst dann vermögen die feineren Ballspiele (z. B. deutscher Schlagball, Feldball, Kricket usw.) den Spielern den rechten Genuß zu gewähren; erst dann wird der Spielverlauf ein fesselnder und mannigfaltiger, und können die Spiele ihren vollen Übungswert hinsichtlich der Entwicklung von Geistesgegenwart und Schlagfertigkeit entfalten.

Schwimmen.

§ 337. Bewegungszweck beim Schwimmen.

Bewegungszweck beim Schwimmen.

Das Schwimmen ist eine natürliche Bewegungsart, welche den im Wasser befindlichen Körper 1. vor dem Untersinken wahrt und 2. fortbewegt. Eine natürliche Bewegungsart kann man das Schwimmen nennen, obwohl es nicht wie Gehen, Laufen, Springen in allererster Jugend erlernt zu werden pflegt, sondern erst auf späterer Altersstufe, obschon es nur eine, oft sehr selten eintretende Ausnahme ist, daß der Mensch sich vorübergehend mit dem Körper im Wasser befindet und obschon endlich ein recht beträchtlicher Bruchteil aller Menschen die Bewegung des Schwimmens überhaupt nicht auszuüben gelernt hat.

Spezifisches Gewicht des Körpers.

Der menschliche Körper ist an sich kaum schwerer als die Wassermasse, welche er, im Wasser befindlich, verdrängt. Sein spezifisches Gewicht wechselt je nach der Füllung der Lungen mit Atemluft, und der Eingeweide mit Darmgasen. Krause gibt als spezifisches Gewicht des Gesamtkörpers nach mäßiger Ausatmung die Ziffer 1,05, Meeh bei stärkerer Ausatmung 1,013 – 1,057 an. Nach stärkster Einatmung fand letzterer die Ziffer 0,967, d. h. der Körper kann bei stärkster Füllung der Lungen nicht untersinken. In der Tat ist es möglich, wenn man sich im Wasser auf den

Fig. 533.

Fig. 534.

Fig. 535.

Fig. 536.
Fig. 533—536. Die Bewegungen beim Brustschwimmen.

Rücken legt, die Brust hoch herausstreckt und den Kopf stark nach hinten beugt, nachdem man vorher eine tiefste Einatmung gemacht hat, in dieser Stellung so auf dem Wasser zu treiben, daß der Mund- und Nasenteil des Gesichts über der Wasserfläche bleibt und man, auch wenn man sich ganz regungslos verhält, nicht untersinkt. Allenfalls genügen einige leichte Bewegungen der Hand auf- und abwärts, um in dieser Stellung atemfähig und ungefährdet beharren zu können. Demgemäß haben Leute, die im Trocknen saßen und schrieben, allen Nichtschwimmern, die ins Wasser fallen, den guten Rat gegeben, daß sie nur schleunigst die eben beschriebene Stellung einnehmen sollen, um vor dem Ertrinken geschützt zu sein. Nur schade, daß ein Ertrinkender in solchem Augenblick sich meist recht unverständig benimmt.

Schwimmen der Tiere.

Der Vierfüßer, welcher ins Wasser fällt oder ins Wasser geworfen wird, vermag gewöhnlich, auch wenn er zum erstenmal in seinem irdischen Dasein sich diesem Elemente überantwortet fühlt, instinktiv eine Stellung im Wasser einzunehmen derart, daß die Naslöcher zum Weiteratmen über Wasser bleiben und daß die Füße, durch Tretbewegungen abwechselnd das Wasser hinter sich stoßend, den Körper fortbewegen. So können Hund, Katze, Maus usw. ohne weiteres schwimmen. Anders steht's mit dem Menschen, dem sein aufrechter Körperbau, welcher ihn als Krone der Schöpfung vor allen Tieren auszeichnet und ihn über diese erhebt, hier zum Verderben gereicht. Ihm liegt es gar nicht so natürlich daß er die richtige Lage im Wasser einnimmt und den Kopf stark genug nach hintenüber beugt, um Mund und Nase andauernd über Wasser halten zu können. Im Gegenteil ist das eine gezwungene Haltung, die erst gelernt sein will. Sowie aber Mund und Nase, die Eingänge zu den Luftwegen des Körpers, unter Wasser kommen, so dringt auch schon Wasser in die Mund- und Nasenhöhle, in den Rachen, in die Luftröhren, in die Lungen ein, während die bisher darin enthaltene Luft gurgelnd in die Höhe steigt und entweicht — der Mensch stirbt den Erstickungstod, d. h. er *ertrinkt*.

Ertrinken.

Abgesehen von besonderen Hilfsmitteln, wie Rettungsgürteln, Schwimmblase usw. erreicht man nur durch das Schwimmen, daß man auch im Wasser die Atmung fortsetzen und so das Leben erhalten kann, und daß man, sich im Wasser fortbewegend, den festen sicheren Boden wieder zu erreichen vermag. Wenigstens bis zu einem gewissen Grade. Denn auch ein guter Schwimmer wird z. B. schließlich ermatten und willenlos untergehen, wenn ihn dicke schwere Kleidung umgibt, welche sein spezifisches Gewicht erhöht, ihn also sinken macht und zudem, an die Körperoberfläche sich anklebend, die Bewegungsfähigkeit hemmt. Es ist daher für den Schwimmer immerhin nützlich, sich auch im Schwimmen mit Kleidern zu üben. Machtlos ist ferner ein Schwimmer in sehr starken Wellen, in Strudeln sowie in stark abwärts schießendem und fallendem Strom. Denn hier wird es unmöglich, rechte Körperhaltung zu wahren und die Atemwege vor dem Eindringen von Wasser zu schützen.

Durch die Bewegungen, welche wir mit den Armen und Händen, Beinen und Füßen beim Schwimmen ausführen, sind wir also imstande, uns gegen das Untersinken zu wehren, und zwar so weit, daß die Atemmündungen über Wasser bleiben. Wir bewegen oder schieben ferner den Körper im Wasser dadurch vorwärts, daß wir mit den Gliedmaßen eine Art von Ruderbewegung ausführen, d. h. das Wasser hinter uns drängen. Im allgemeinen erfolgen die Bewegungen des Schwimmens so, daß der Körper beim Schwimmen immer aus dem Zustand starker Beugung in den starker Streckung übergeht. Während die gebeugten Beine, seitwärts sich streckend, mit der unteren Fläche des Schenkels und den Fußsohlen sich gegen das Wasser stemmen, um dann, unter vollkommener Streckung und Schließung der Beine, mit den inneren Flächen der Ober- und Unterschenkel die zwischen den beiden Beinen liegende Wassermenge zusammenzudrängen um den Körper wie einen Keil vorwärtszuschieben,

sind die Arme nach vorn gestreckt worden und teilen mit den Spitzen der einander zugekehrten Handflächen die Wogen gleich dem scharfen Kiel eines Ruderbootes. Während die gestreckten Beine stark unter den Leib gebeugt werden, um damit zu neuer Stoßbewegung auszuholen, werden die Hände mit dem Handteller unten flach ausgebreitet und dann in die Tiefe geführt, um den Kopf über Wasser zu halten und damit den ungestörten Fortgang der Atmung zu sichern.

§ 338. Bewegungen beim Schwimmen.

Bewegungen beim Brustschwimmen.

Wollen wir die Bewegungen des Schwimmens des genaueren uns vor Augen führen, so folgen wir am besten den Vorschriften, wie sie dem Anfänger im Schwimmen eingeprägt und von ihm geübt werden (s. Fig. 533 – 536 und Fig. 537 1. 2. und 3).

1. 2. 3.

Fig. 537. Die Bewegungen beim Schwimmen von oben gesehen.

Armbewegungen.	Beinbewegungen.
1. Die gestreckten, dicht unter der Oberfläche des Wassers ausgebreiteten Arme, die sich senkrecht zur Längsachse des Körpers befinden, werden, die Handflächen nach unten, langsam abwärts gedrückt, bis die Handflächen mit den einander zugekehrten Daumen senkrecht unter der Brust zusammenkommen. Sodann werden die Arme gebeugt, und die Hände, miteinander zugekehrten Handflächen, die Daumen nach oben, unter das Kinn gebracht.	1. Die bis dahin gestreckten Beine werden langsam nach dem Rumpf hin herangezogen, und zwar so, daß die Knie weit geöffnet auseinander gehen, während die Fersen zusammenbleiben. Die Fußspitzen stehen nach außen.

Armbewegungen.	Beinbewegungen.
2. Die Arme werden mit festgeschlossenen Händen dicht unter der Oberfläche des Wassers hin nach vorwärts gestoßen, so daß sie nach vorwärts gestreckt sind. Das Ende der Streckung fällt mit der 3. Beinbewegung noch zusammen.	2. Die Beine werden mit mäßiger Geschwindigkeit ausgebreitet und zugleich unter Streckung der Kniegelenke seitwärts gestoßen. Die Füße sind dabei nach auswärts gedreht und bewegen sich mit der vollen Fußsohle gegen das Wasser.
3. Während die in der 3. Beinbewegung ausgeführte Streckung beharrt, werden die Arme steif gestreckt, so weit ausgebreitet, bis sie sich in der Verlängerung der durch beide Schultern gezogenen geraden Linie befinden. Dabei werden die Handflächen bei geschlossenem Daumen etwas nach außen gerollt, so daß die Kleinfingerseite ein wenig höher steht als die Daumenseite.	3. Die auseinander gespreizten Beine werden schnell geschlossen, so daß sie vollständig gestreckt nebeneinanderliegen.

Atemgang beim Schwimmen.

Wichtig ist der richtige Atemgang, und zwar soll dann, wenn die Arme voll ausgebreitet sind, und zusammen mit dem Anziehen und Beugen der Beine nach unten drücken, gleichzeitig die Einatmung erfolgen, während die Ausatmung mit dem Vorschieben der Arme und dem Austreten und Schließen der Beine zusammenfällt. Es liegt dies ganz naturgemäß in der Art dieser Bewegungen begründet: die Beugung des Rumpfes begünstigt den Vorgang der Einatmung, die starke Streckung den der Ausatmung. Somit ist mit jedem Schwimmstoß eine Ein- und Ausatmung zu verbinden.

Schon in der Form der oben gegebenen Nebeneinanderstellung der Bewegungen der Arme wie der Beine ist ersichtlich zu machen gesucht, daß die unter 1, 2 und 3 gegebenen Bewegungsakte der Arme und der Beine zeitlich nicht genau zusammenfallen. Die Armbewegungen gehen den entsprechenden Beinbewegungen jedesmal etwas voran.

Verhältnismäßige Zeitdauer der einzelnen Bewegungsakte.

Die Zeitdauer der einzelnen Schwimmbewegungen ist von ungleicher Länge. Nach jedem Schwimmstoße läßt man den Körper mit der erzielten Schnellkraft der Vorwärtsbewegung erst eine Weile vorschießen, bevor man zu neuem Stoß ausholt. Der zu jedem Schwimmstoß erforderlich gewesene Kraftaufwand muß in seiner Wirkung auch voll ausgenutzt werden. Wer mit Überhastung schwimmt, vergeudet nur Muskelkraft, kommt durchaus nicht schneller vorwärts, ermüdet aber weit eher als der ruhige Schwimmer.

Es wird also der erste Bewegungsakt: das Seitführen der Arme und Anziehen der Beine ganz langsam ausgeführt, schneller das Vorstoßen der Arme und das Seitwärtsstoßen der Beine (2. Bewegungsakt), während das Schließen der Beine kraftvoll schnellend zu erfolgen hat. —

Der fertige Schwimmer macht seine Schwimmbewegungen nicht in der ausgeprägten schulmäßigen Form, wie sie oben beschrieben und zur Erlernung des Schwimmens zunächst auch notwendig ist. So wird beim schnellen Schwimmen namentlich das Ausbreiten der Arme nicht in vollem Viertelkreis ausgeführt, bis die seitwärts gestreckten Arme in ein und derselben durch die Schultern gehenden Linie sich befinden; vielmehr werden die Hände schon auf der Hälfte dieses Weges herabgedrückt

und an die Brust gebracht. Die Hauptsache der Schwimmbewegung bleibt eben die richtige und kraftvolle Arbeit mit den Beinen.

Schwimmen auf dem Rücken und auf der Seite.

Neben dem Brustschwimmen gibt es auch noch andere Arten, den Körper schwimmend im Wasser vorwärts zu bewegen, nämlich das Rückenschwimmen und das Seitenschwimmen, anderer Kunstformen (englisches Schwimmen auf der Seite; Überhandschwimmen auf der Seite; spanisches und ungarisches Schwimmen; Rückenschwimmen nur mit den Beinen oder nur mit den Armen, letzteres Schwimmen auch „Tellern" genannt; Krebsschwimmen nach rückwärts) nicht zu gedenken. Das Brustschwimmen ist aber die grundlegende Hauptform des Schwimmens. Zunächst schon deshalb, weil mit der Erlernung des regelrechten Brustschwimmens die Ausführung der anderen Schwimmarten keinerlei Schwierigkeiten mehr macht. Die Hauptbewegung, die Arbeit der Beine, bleibt ja stets dieselbe. Dann aber besitzt das Brustschwimmen den Vorzug, daß es dem Schwimmenden stets freie Ausschau nach allen Seiten über die Wasserfläche hin gestattet.

Dadurch allein gewährleistet es dem Schwimmenden die Möglichkeit, unausgesetzt die gewollte Richtung der Schwimmbewegung genau innezuhalten und gefährdende Hindernisse zeitig zu gewahren und zu meiden.

Schwimmen auf dem Rücken.

Beim Schwimmen auf dem Rücken wird die Arbeit mit den Händen eine unwesentliche. Es zeigt sich dies schon darin, daß man ganz gut und mit kräftiger Vorwärtsbewegung auf dem Rücken schwimmen kann, ohne der Armbewegungen zu benötigen. Werden aber Arme und Hände an der Schwimmbewegung mitbeteiligt, so geschieht dies in der Weise, daß die Hände stets im Wasser bleibend, gleichsinnig und in derselben Richtung mit dem Schwimmstoß der Beine arbeiten. Die gegebenen Vorschriften hierfür sind keineswegs übereinstimmend. Die förderlichste Art besteht darin, daß man die Arme in Streckung vollständig seitwärts ausbreitet, mit den Händen, die Handflächen den Füßen zugekehrt, das Wasser in der Richtung nach den Füßen hin kräftig hinabstößt, so daß Arme und Hände gestreckt an die Schenkel zu liegen kommen, und dann die Arme wieder am Körper aufwärts und zu den Seiten führt. Mit diesen Armbewegungen kann man auch den Körper allein fortbewegen ohne Zuhilfenahme gleichzeitiger Beinbewegungen. Allerdings ist dieses Schwimmen nur mit den Armen nicht besonders förderlich. Man kann also auf dem Rücken schwimmen mit Bewegungen der Arme und Beine zusammen, mit Beinbewegungen allein oder mit Armbewegungen allein. Auch beim Schwimmen auf dem Rücken vollzieht sich die Atmung so, daß mit der Beugung, d. h. dem Anziehen der Beine und Arme eingeatmet wird, während die Ausatmung mit der Streckung, d. h. dem Schließen der Beine und dem nachfolgenden Vorwärtstreiben zusammenfällt. Die Einatmung erfolgt daher kurz, die Ausatmung langsam. –

Im allgemeinen ist das Schmimmen auf dem Rücken weniger anstrengend und wird mit Vorliebe da vorübergehend angewendet, wo man nach kräftigem Brustschwimmen eine Weile auf dem Wasser ausruhen will.

Schwimmen auf der Seite.

Beim Schwimmen auf der Seite fällt ebenfalls die Haupttätigkeit den Beinen zu. Die Schultern liegen übereinander, und zwar die obere über dem Wasser, während die untere tiefer hinuntertaucht. Die Arme arbeiten ungleichmäßig. Während der untere Arm gleichzeitig mit jedem Austreten der Beine gestreckt vorgebracht wird und das Wasser wie ein scharfer Kiel beim Vorwärtstreiben schneidet, stößt die Hand des oberen Armes das Wasser zurück, ruderartig arbeitend. Für schnelles Fortkommen im Wasser ist diese Schwimmart sehr günstig. –

Auf die zahlreichen Schwimmkünste und die mancherlei Sprünge ins Wasser, welche der schwimmenden Jugend einen reichen Übungsstoff zu geschickter und fröh-

licher Betätigung auf der Schwimmbahn bieten, kann hier nicht näher eingegangen werden.

§ 339. Übungswert des Schwimmens.

Übungswert des Schwimmens.

Wenn man sich Rechenschaft über die körperliche Einwirkung des Schwimmens geben will, so findet man durchaus keine einfachen Verhältnisse vor. Denn man muß ebensowohl die Einwirkungen des Bades in Betracht ziehen als die Wirkung, welche das Schwimmen lediglich als Leibesbewegung besitzt. Je nach der Kälte des Wassers, in dem geschwommen wird, nach der Dauer des Bades und dem Umfang der Schwimmbewegung, gestalten sich die Einwirkungen in verschiedener Weise.

Hygienisches Schwimmen.

Wie bei keiner anderen Leibesübung tritt beim Schwimmen der gesundheitliche Zweck in den Vordergrund. Bei der weitaus größten Masse derer, welche unsere Schwimmbäder bevölkern, ist das Schwimmen nur Mittel zum Zweck, das kühle Bad leichter und länger zu ertragen und somit dem Körper vollkommener und nachhaltiger die belebende und erfrischende Wirkung des kalten Badens zu verschaffen.

Die lebhafte Bewegung des Schwimmens steigert in hohem Grade die Herztätigkeit sowie den Blutdruck. Dadurch wird auch der Blutumlauf der Haut fortdauernd wirksam unterhalten. Wenn also im kalten Schwimmbad auch der gesteigerte Wärmeverlust auf der Haut als Abkühlung empfunden wird, der Umstand, daß die kräftigere Herzarbeit immer wieder warmes Blut durch die Gefäße der Haut treibt, verhindert das schnelle Eintreten erstarrender Frostempfindung. Anders wenn im kalten Bade keinerlei starke Körperbewegungen vorgenommen werden. Hier verengern sich bald die Hautblutgefäße, das Blut drängt sich in den inneren Organen zusammen und der heftige Nervenreiz der Abkühlung schwächt die Herzarbeit. Dann tritt Froststarre, starkes Zittern und Steifigkeit ein, die Haut wird blaß, die Lippen färben sich bläulich. Erst beim Verlassen des Bades und erwärmendem Trockenreiben der Haut erweitern sich wieder die Hautblutgefäße, die Herzarbeit wird erleichtert und kehrt zum vorherigen Umfang zurück.

Beim Schwimmen im kühlen oder kalten Wasser wird das Eintreten der Froststarre zwar nicht vermieden, aber doch hinausgeschoben. Der kräftige Schwimmer vermag viel länger im kalten Wasser mit vollem Wohlgefühl zu verweilen. Stellt sich aber Frostgefühl bei ihm ein, so ist es auch Zeit, das Bad zu verlassen. — Das Schwimmen steigert also in hohem Grade Wirkung und Genuß des kalten Bades, weckt damit auch die Lust an regelmäßigem häufigen Baden und trägt zur Erlangung all der gesundheitlichen Vorteile kalter Bäder ganz wesentlich bei.

Schwimmen als Leibesübung.

Muskelübung.

Lediglich als Leibesübung betrachtet, stellt sich das Schwimmen als eine vollkommene Form von Schnelligkeitsübung, die unter Umständen auch zur Dauerübung werden kann, dar. Die meisten und größten Muskeln des Skeletts werden beim Schwimmen betätigt und in ihrer Arbeitstüchtigkeit gekräftigt. Vor allem sind es die Muskeln der Beine, welche kräftigste Arbeit, die andersartig als bei den Bewegungen des Gehens, Laufens und Springens ist, zu leisten haben. Beim Brustschwimmen, der Hauptform des Schwimmens, werden zur Überstreckung des Kopfes nach hinten, die nötig ist, um die Mündungen der Atemwege andauernd über Wasser zu halten, die Streckmuskeln des Rückens stark in Anspruch genommen. Unverkennbar werden damit gerade jene Muskeln gekräftigt, welche für eine stete schöne Haltung des Körpers besonders wichtig sind und trägt damit regelmäßiges Schwimmen zur rechten Körperhaltung nicht unwesentlich bei. Wir konnten daher oben (§ 44) das

Einfluß auf die Körperhaltung.

Schwimmen als eine derjenigen Leibesübungen anführen, die zur Bekämpfung des runden Rückens der Jugend von Nutzen sind.

Entsprechend dieser starken Streckung der Wirbelsäule während der Hauptzeiten der Schwimmbewegung wird der Brustkorb in wirksamer Weise vorgewölbt und entfaltet. Wir kommen damit zu der Einwirkung des Schwimmens auf die Atemtätigkeit. Diese ist eine ebenso mannigfaltige als eingreifende.

Einwirkung auf die Atemtätigkeit.

Zunächst wirkt das Schwimmen als eine die größten Muskelgebiete des Skeletts in Anspruch nehmende Schnelligkeitsbewegung steigernd auf den Umfang der Atmung. Während aber bei anderen Schnelligkeitsübungen, wie z. B. beim Lauf, nicht nur der Umfang der Atmung vermehrt wird, sondern die Atemzüge auch in zunehmendem Grade beschleunigt werden, ist beim Schwimmen der Atemgang mit der Schwimmbewegung in regelmäßiger Weise zu verbinden, und der Schwimmer hat es in der Hand, dadurch, daß er in gutem Stil, ruhig und gleichmäßig schwimmt, der Beschleunigung der Atmung entgegenzuwirken. Um so mehr muß also beim Schwimmen, um dem vergrößerten Atembedürfnis zu genügen, der Umfang der Atmung nach allen Durchmessern der Lunge vermehrt werden. Diese umfassende und gleichmäßige Arbeit der Atemmuskeln ist eine ungemein übende. Dazu kommt noch, daß der Druck des den Brustkorb umgebenden Wassers der Ausdehnung des Brustkorbes ebenso wie der Vorwölbung des Bauches bei der Einatmung einen gewissen Widerstand entgegensetzt. Auch die Überwindung dieses, bei der einzelnen Atembewegung zwar mäßigen, bei zahlreichen Atembewegungen aber sich zu einer größeren Arbeitsmenge summierenden Widerstandes erfordert entsprechende Mehrarbeit der Atemmuskeln.

Andererseits wird die Arbeit der Atemmuskeln durch den Umstand, daß sie regelmäßig mit gewissen Schwimmbewegungen sich verbindet, auch wieder erleichtert. Das gilt namentlich für die Ausatmung, indem die kräftige Streckung der Beine und die Hohlbiegung der Lendenwirbelsäule die Bauchwand straffer spannen und die Baucheingeweide gegen die untere Fläche des Zwerchfelles andrücken. Umgekehrt bewirkt das Zusammenfalten des Körpers beim Ausholen zum Schwimmstoß, wobei jedesmal die Einatmung zu erfolgen hat, daß die Bauchwand gänzlich entspannt wird, und daher der Zusammenziehung des Zwerchfells und der Vorwölbung des Bauches den denkbar geringsten Widerstand entgegensetzt. Überall da also, wo das Schwimmen in wirksamer Weise über eine längere Strecke betrieben wird, bedeutet es eine ganz ausgezeichnete Übung für die Atemtätigkeit.

Einfluß auf die Herzarbeit.

Nicht minder ist dies der Fall hinsichtlich der Arbeit des Herzens. An und für sich ist schon die plötzliche Abkühlung des Körpers beim Springen in die kalte Wasserflut von einem starken Einfluß auf das Herz. Die Hautblutgefäße ziehen sich reflektorisch zusammen, so daß eine Blutwelle nach dem Herzen zu sich zurück staut; der mächtige Kältereiz kommt noch hinzu. Nur mit kräftigster Zusammenziehung vermag das gesunde Herz dieser Erschwerung seiner Arbeit erfolgreich zu begegnen. Das Schwimmen als Schnelligkeitsbewegung steigert aber gleichfalls sofort die Arbeitsgröße des Herzens nach Zahl der Zusammenziehungen des Herzmuskels wie nach dem Umfang der bei jedem Herzschlag in die Adern gepreßten Blutmenge. Diese gesteigerte Herzarbeit hilft also den Einfluß des kalten Badewassers auf den Blutkreislauf des Körpers überwinden. Bei anhaltenderem oder sehr schnellem Schwimmen wird sich infolge dieser hohen Anforderungen an die Herzkraft leicht Herzermüdung einstellen, und der Einfluß der andauernden Wärmeentziehung des Körpers, sowie der Widerstand, den die Herzarbeit durch die Verengerung der Blutgefäße an der ganzen Oberfläche des Körpers findet, steigern die Herzerschöpfung schnell. Das Gesicht des aus dem Wasser Entstiegenen sieht dann bleich und fahl aus, die Lippen und die Schleimhäute erhalten einen bläulichen Anflug, während das Weiße des

Auges sich rötet; die Atmung ist hastig, oft keuchend. Alle diese Erscheinungen verflüchtigen sich allmählich nach dem Abtrocknen des Körpers und dem Umhüllen desselben mit wärmender Kleidung. Immerhin hält das Gefühl des Fröstelns und eine gewisse Steifigkeit der Glieder oft noch länger, selbst stundenlang an. Wenn gleichwohl eine bedrohliche Herzübermüdung nach kräftigerem Schwimmen über kleinere oder mittlere Strecken im kühlen Strom so leicht doch nicht zustande kommt, so liegt das wohl daran, daß jene Herzerscheinungen nur zum Teil durch die eigentliche Muskelarbeit beim Schwimmen veranlaßt sind, zum andern Teil aber durch die Kältewirkung des Wassers. Es kreisen also nicht so viel Ermüdungsstoffe dabei im Blute wie nach einer andern erschöpfenden Leibesübung. Das Herz wird sich daher eher und besser erholen.

Anders liegt natürlich die Sache bei einem erschöpfenden Dauerschwimmen über weite Strecken. Hier macht sich der Einfluß der Ermüdungsstoffe schließlich in lähmender Weise geltend, die Kräfte versagen, und das Leben ist verloren, wenn nicht rettende Hilfe zur Stelle. Die Möglichkeit, nach einem Schiffbruche bloß durch Schwimmen das Leben zu retten, ist auch bei ganz ruhiger See nur eine höchstens durch Stunden begrenzte.

Abgesehen also von solchen außerordentlichen Anforderungen an die Herzkraft bedeutet das Schwimmen zwar eine starke Anstrengung des Herzmuskels, aber zugleich auch eine wohltätige, das Herz kräftigende Anstrengung.

Unter allen Umständen nimmt das Schwimmen unter den Schnelligkeitsübungen in bezug auf seine gesundheitlichen Einwirkungen einen sehr hohen Platz ein. Die wachsende Ausbreitung des Schwimmens bei der Jugend und die immer mehr sich ausbreitende Einführung des Schwimmunterrichts an unseren Schulen ist daher eine freudig zu begrüßende Erscheinung.

Das Rudern.

§ 340. Das Rudern als Leibesübung.

Rudern als Leibesübung.

Die Fortbewegung im Wasser mittels Ruderns ist eine der ältesten Fertigkeiten und Künste der Menschen. Der Entwickelung des Ruderbootes vom ausgehöhlten Baumstamm bis zum leichten Kanoe, zum festgefügten tragfähigen Nachen, zum kunstvoll geschmückten zierlichen Lustboot, sowie zum wuchtigen Kriegsfahrzeug, begegnen wir schon früh in der Geschichte der Völker des Altertums. Gleichwohl gehört der Betrieb des Ruderns als einer den Körper kräftigenden Leibesübung erst der Neuzeit an.

Geschichtliches.

Es ist merkwürdig, daß die seebefahrenen schiffskundigen Griechen bei ihrem für den gymnastischen Wert der verschiedenen Bewegungsarten außerordentlich geschärften Blick doch den hohen Übungswert der Ruderbewegung übersahen. Ihnen war Rudern Arbeit, aber keine Leibesübung. Vielleicht sogar eine etwas mißachtete Arbeit, weil sie vielfach nur Sklaven und Sträflingen zufiel. Jedenfalls sind Ruderwettfahrten den Griechen unbekannt gewesen. Ebenso den Römern, denn die Naumachien, welche Roms Kaiser veranstalteten, waren nichts als prunkhafte Darstellungen von Schiffskämpfen und Seeschlachten im kleinen, durch Gladiatoren ausgeführt.

Die Ruderwettfahrten, wie sie in Venedig seit Anfang des 14. Jahrhunderts zu Volksfesten wurden, fanden nur zwischen zünftigen Schiffern und Fischern statt, ebenso wie die späteren Fischerstechen in Deutschland. Das Verdienst, den Wert des Ruderns

als einer ebenso wirksamen wie gesunden und anziehenden Leibesübung erkannt und durch die Schaffung des neuzeitlichen Ruderbootes das Rudern zu einer Übungsart herausgebildet zu haben, wie sie gleich allseitig den Körper in Anspruch nehmend nicht mehr besteht, gebührt den Engländern. Im Laufe des 18. Jahrhunderts bürgerten sich in England die ersten großen Ruderwettkämpfe, nicht von zünftigen Schiffsleuten, sondern von Liebhabern ausgefochten, ein. Diese Ruderwettkämpfe wurden im 19. Jahrhundert zu großen nationalen Volksfesten, von denen das alljährliche Wettrudern der Universitäten Oxford und Cambridge (seit 1829), sowie die Henley-Regatta (seit 1839) am meisten bekannt geworden sind.

Die englischen Ruderwettkämpfe.

Verhältnismäßig jung ist die Pflege des schulmäßigen Ruderns in Deutschland: die weitaus größte Zahl unserer Rudervereinigungen ist erst seit 1880 entstanden.

Rudern zur Übung.

Das Rudern in einem kleineren Boot oder Nachen, wie es zur Vermittelung jeglichen Verkehrs auf dem Wasser, zur Beförderung kleiner Lasten, zum Fischfang usw. sich notwendig macht, ist eine Arbeit, welche, wie jede andere Fortbewegungsart des Körpers, in rhythmischem Gange erfolgt, größere Muskelgebiete in Anspruch nimmt, und je nach Umständen mehr mit Rücksicht auf größtmögliche Schnelligkeit des Fortkommens oder mehr mit Rücksicht auf längere Dauer vor sich geht. Mit einem solchen Fahrzeuge des Schiffergewerbes auf dem Wasser zu fahren und sich abzumühen, hat für viele schon sehr großen Reiz; zahllose Vergnügungsboote auf unseren Flüssen und Seen sind nichts weiter als Schifferkähne, nur daß sie etwas leichter gebaut sind.

Anforderungen an das Fahrzeug.

Der gewöhnliche Schifferkahn, welcher sich stets auf dem Wasser befindet, manch heftigen Anstoß an eine stärkere Schiffswand, an Pfähle und Landungsbrücken, an Stein und Boden u. dergl. zu ertragen hat, verlangt ein kräftiges Gefüge. Er muß zum Transport von Personen oder Lasten eine größere Tragfähigkeit besitzen und endlich so gebaut sein, daß er sicher in Wind und Wellen geht und nicht leicht umschlägt. Allen diesen Bedingungen entspricht ein Kahn nur dann, wenn er eine gewisse Breite und Schwere besitzt — Eigenschaften, welche der Erzielung einer großen Fahrgeschwindigkeit des Bootes durch die Ruderbewegung natürlich entgegenstehen. Der Ruderer hat in einem solchen schwerer gebauten Kahn einen größeren Teil seiner Muskelarbeit auf die Fortbewegung des Bootes als solchen, wie auf die Fortbewegung seines Körpergewichts zu verwenden. Für das Rudern als Leibesübung aber, wo alle die Rücksichten auf nützliche Verwertung im Dienste des Verkehrs, des Schiffergewerbes usw. entfallen, kommt es darauf an, das Fahrzeug in bezug auf Bauart und Gewicht so zu gestalten, daß die Fortbewegung des Bootes allein nur einen möglichst geringen Bruchteil der aufgewendeten Ruderkraft erfordert, und daß vielmehr diese Kraft in der Hauptsache der Fortbewegung des Körpergewichts zu gute kommt. Wenn z. B. ein vierrudriges neuzeitliches Rennboot 55 Kilo wiegt, die rudernde Mannschaft aber nebst dem Steuermann $5 \times 70 = 350$ Kilo, so ist ersichtlich, in welchem Grade die Last des Bootes hier in den Hintergrund tritt. Mit dem geringeren Gewicht wird auch die Wasserverdrängung des Bootes eine geringere. Vor allem aber ist es durch sinnreiche Erfindungen und Verbesserungen gelungen, nicht nur dem sportlichen Ruderboot eine Form zu geben, bei der der Widerstand des Wassers beim Vorwärtsfahren auf das denkbar geringste Maß zurückgeführt wird, sondern auch die Ruderarbeit so zu gestalten, daß der größte Teil der Muskulatur des Körpers an dieser Arbeit mitbeteiligt wird, in einem Umfange, wie dies bei keiner andern Art von Leibesübung erreicht ist.

§ 341. Das Ruderboot.

Das Ruderboot.

Da die Art der Ruderarbeit durch die Bauart des Ruderbootes wesentlich bestimmt wird, so ist es notwendig, auf die Bauart der Ruderboote einen kurzen Blick zu werfen.

Den Rückgrat des Bootes bildet der Kiel. Er ist an den beiden Enden des Bootes aufgebogen zum Vorder- und zum Hintersteven. Seitlich vom Kiel laufen in gewissen Abständen die Rippen. Kiel und Rippen müssen aus festem Holz gefertigt sein. Man nimmt dazu meist Eichen- oder Eschenholz. Das Bootgerippe wird bekleidet mit den Planken, welche die Außenhaut des Bootes bilden. Sind die Planken so zusammengefügt, daß jede obere Planke die untere dachziegelförmig um ein Stück deckt, so heißt das Boot ein geklinkertes; stoßen sie einfach aneinander, so heißt es ein glattes. Bei den leichtesten Rennbooten besteht die Außenhaut lediglich aus zwei gebogenen dünnen Holzplatten von Zedernholz. Der obere Bootrand, welcher die Ruderauflage und Ruderdollen trägt, besteht aus einer festeren Planke, dem Dollbord. Auf dem Kiel ruht als Fußboden das Bodenbrett oder Streubord.

Am Achtersteven oder Stern des Bootes ist das Steuer eingehängt, bestehend aus dem Steuerstock und dem Steuerblatt. Auf dem oberen Ende des Steuerstockes ruht das horizontale Steuerjoch auf. An ihm sind die Leinen befestigt, mittels deren das Steuer bewegt wird.

Ruderbänke.

Im Innern des Bootes ruhen auf Verstärkungen der betreffenden Rippen die Ruderbänke auf, denen am Sitzplatz des Ruders meist ein plattes Ruderkissen aufgeschnallt wird. Hinter jeder Ruderbank befindet sich über dem Bodenbrett, in bestimmter Neigung zur Ruderbank, das Stemmbrett, zum Aufsetzen der Füße beim Rudern. Auf dem Stemmbrett befinden sich Fersenhalter aus Metall, sowie vor allem zwei Fußriemen. Diese halten die Füße fest und ermöglichen so dem Körper, sich am Ende des Ruderzuges gänzlich nach hinten überzulegen und aus der Rückenlage wieder aufzurichten. Das Stemmbrett ist verstellbar und wird, da die Beine beim Rudern im Kniegelenk leicht gebeugt sein müssen, je nach der Körpergröße des Ruderers näher oder weiter von der Ruderbank eingestellt.

Stemmbrett.

Dollen.

Auf dem festeren Bootrand befindet sich das Ruderlager oder die Dolle. Die feste Dolle setzt sich zusammen aus zwei senkrecht aufstehenden oder einander etwas zugeneigten Holzpflöcken, an welchen das Ruder seinen Stützpunkt beim Ruderzug (Ruder- oder Zugpflock), sowie beim Streichen oder Rückwärtsrudern (Streichpflock) findet. Zwischen den beiden Pflöcken befindet sich das Dollenlager. — Die Dollenpflöcke können auch aus Metall gefertigt sein.

Neben den festen Dollen sind auch drehbare eiserne Gabeln zum Einlegen des Ruders, die Drehdollen, vielfach im Gebrauch.

Dollenboot.

Ein Boot, welches in allen seinen Teilen der eben gemachten Beschreibung entspricht, bei welchem namentlich die Auflage des Ruders auf dem Bootrand stattfindet, nennen wir ein Dollenboot. Hat das Dollenboot eine glatte Außenhaut und ist es möglichst leicht gebaut, so heißt es Dollen-Rennboot. Dollen-Rennboote sind wenig mehr in Gebrauch und durch die Auslegerrennboote verdrängt worden. Anders verhält es sich mit dem geklinkerten Dollenboot oder der Dollen-Gig. Dieses Boot, widerstandsfähig in seinem Bau und breit genug, um nicht bei starkem Wellengang, bei seitlichem Anstoß, bei mißlungenem, in die Tiefe abirrendem Ruderschlag („Krebsfangen") usw. gleich umzuschlagen, ist das geeignetste zu weiteren Dauer-Ruderfahrten, sowie zum täglichen Rudern für den, der gesunde Ruderbewegung in herrlicher Luft

sucht und nicht mehr den Ehrgeiz besitzt, in bezug auf Schnelligkeit und Ausgiebigkeit der Ruderarbeit höheren sportlichen Anforderungen zu genügen. Die für zwei Ruderer und einen Steuermann gebaute Dollen-Gig, der „Dollen-Gig-Zweier", ist daher das bevorzugte Vergnügungs- und Tourenboot. –

Ruder.

Das Ruder oder der Riemen, welches in einem solchen besseren Ruderboot benutzt wird, ist von möglichst leichtem aber widerstandsfähigem Holz (z. B. Pitch-pine), aus einem Stück gefertigt, und besteht aus dem Schaft und dem gebogenen Ruderblatt (Fig. 538). An der Stelle, wo der Schaft des Riemens dem Dollenlager aufruht, ist der Schaft in einer Breite von 15—20 cm rundum mit Rindsleder belegt. Dadurch wird der Schaft vor Abnützung geschützt und die Reibung vermindert. Ein aus dicken Lederstücken, ähnlich dem Absatz eines Schuhs gefertigter Fortsatz am innern Ende der Belederung (die „Nase" oder „Knagge") verhindert das Auswärtsrutschen des Ruders. Derjenige Teil des Riemenschaftes, welcher nach innen von der Dolle liegt, heißt der Innenhebel, der Teil zwischen Dolle und Blatt der Außenhebel des Ruders. Die Länge des Innenhebels richtet sich nach der Gesamtlänge des Ruders. Das förderlichste Verhältnis zwischen der Länge des Innen- und der des Außenhebels ist durch Erfahrung festgestellt und kann nicht ohne Beeinträchtigung der Ruderarbeit willkürlich viel geändert werden. Bei dem von einem

Fig. 538. Ruder: I von oben, II von der Seite gesehen. a b Innenhebel; b c Außenhebel; c d Ruderblatt. Bei b Belederung mit der Nase oder Knagge n (II).

Ruderer mit zwei Händen geführten langen Ruder beträgt die Gesamtlänge 371 bis 381 cm, wovon auf die Länge des Innenhebels 100—105 cm entfallen. Im Auslegerboot wird der Innenhebel um 5 cm, der Außenhebel um 10—12 cm länger. Rudert ein Ruderer („Sculler") gleichzeitig mit zwei Rudern, von denen er jedes mit einer Hand führt, so sind beliebte Maße für ein solches „Scullruder" 300 cm für die Gesamtlänge, 82 cm für den Innenhebel.

Da also die Länge des Innenhebels eine gegebene ist und bei einem solchen langen und ausgreifenden Ruder nicht mehr verkürzt werden kann, so ist die geringste mögliche Breite für ein Dollenboot 106—108 cm. Dabei muß der Ruderer, um am Ende des 105 cm langen Innenhebels noch richtig hantieren zu können, ganz nach außen, an der seiner Dolle gegenüberliegenden Bordseite, sitzen.

Ausleger.

Es war die Erfindung des Auslegers, welche die Abhängigkeit der Bootsbreite von der Ruderlänge durchbrach, im Bau leichter schneller Rennboote einen außerordentlichen Fortschritt herbeiführte, und damit entsprechende Steigerung der Fahrgeschwindigkeit, sowie Krafterspanis beim Rudern erzielte. Unter „Ausleger" versteht man ein leichtes Stangengerüst, welches, an der Außenseite des Bootrandes angebracht, den Auflage- und Drehpunkt des Ruders von dem Dollbord weg außerhalb des Bootes verlegt. Wie durch die Anbringung des Auslegers es ermöglicht wurde, die Bootbreite wesentlich einzuschränken, zeigen die Fig. 539 u. 540. So entstanden die Auslegerboote: die Ausleger-Gig (geklinkert) und namentlich das neuzeitliche Ausleger-Rennboot, letzteres mit glatter, nur aus zwei großen gebogenen dünnen

Blättern bestehender Außenhaut, ohne Außenkiel, außerordentlich leicht und flach, mit Ausnahme des durch ein etwas erhöhtes Dollbord umgebenen Raums für die Ruderer durch eine Deckung von Wachsleinwand gegen das Hereinschlagen von Wasser ins Boot geschützt. Je nach der Zahl der Rudersitze unterscheidet man bei den Ausleger-Rennbooten „Zweier", „Vierer" und „Achter". Zehn- und Zwölfruderer sind dagegen ungemein selten gebaut worden. Ist das Ausleger-Boot nur zur Aufnahme eines Ruderers (Sculler) bestimmt, der also zwei Ruder zu führen hat, so heißt es „Einser" oder „Skiff". Ruderboote, in welchen 2, 4 oder 8 Ruderer je zwei Ruder führen, heißen „Doppelzweier", „Doppelvierer" usw.

Fig. 539.

Fig. 540.

Fig. 539. Ruderplatz eines Dollenbootes, Fig. 540 Ruderplatz eines Auslegerboots von oben gesehen. In beiden Figuren bedeutet A B den Innenhebel des Ruders, die belederte Stelle liegt bei B zwischen den Dollen; a b Bootbreite; W W die Seitenwände des Boots. Man sieht in Fig. 540, wie durch den Ausleger L das Dollenlager B außerhalb des Bootes liegt, wodurch dessen Breite (a b Fig. 540) wesentlich geringer wird als die Breite des Dollenboots (a b Fig. 539), wo das Dollenlager auf dem Bootrand sich befindet. —

Wie die Erfindung des Auslegers vor allem Form und Gewicht des Bootes beeinflußte und zur Schaffung des zum schnellsten Rennfahren unvergleichlich geeigneten neuzeitlichen Rennbootes führte, so war es eine andere Erfindung, die des Rollsitzes, welche die Ruderarbeit als solche umgestaltete, indem sie die mächtige Muskulatur der Beine in wesentlicher Weise am Rudern mit beteiligte. Schon beim Rudern im Dollenboot auf festem Sitz rutscht, wenn der Sitz glatt ist, während des Ausholens zum Ruderzug das Gesäß vor, und rutscht wieder zurück während des

Ausleger-Rennboot.

Anziehens und Rückschwingens. Daß durch dieses Vor- und Rückschieben des Gesäßes die Ruderarbeit leichter, der Ruderzug länger und ausgiebiger werde, erkannte man schon früher. So kam daher hier und da bei Wettrudern die Gewohnheit auf, die Ruderbank mit Fett oder Seife zu schmieren und sich mit bockslederner Hose darauf zu setzen. Von da bis zu dem Einfall, statt auf fester Bank zu „rutschen", lieber gleich den Sitz beweglich zu machen, war nur ein kleiner Schritt. In der Tat war es dem amerikanischen Erfinder des Gleitsitzes, dem Ruderer Babcock (1857), zunächst nur darum zu tun, das „Rutschen" angenehmer zu machen. Erst als nach 1870 der Gleitsitz allgemeinere Verbreitung fand, erkannte man dessen außerordentlichen Vorteil: nämlich die volle Ausnutzung der Stemm- und Beugekraft der Beine zur Ruderarbeit. Bestand anfänglich der bewegliche Sitz darin, daß er mittels Kufen auf zwei glatten Führungsschienen hin und her rutschen konnte, so wurde die auch hierbei, trotz reichlichen Schmierens der Gleitbahnen mit Fett, unvermeidliche Reibung auf das denkbar geringste Maß zurückgeführt, als die Kufen ersetzt wurden durch Rollen, und der Gleitsitz zum Rollsitz wurde. Der heutige Rollsitz besteht aus einer Platte, welche in ihrer Gestaltung der Form des Gesäßes entspricht, gewissermaßen das Negativ der Gesäßform darstellt. Diese Platte bewegt sich mittels Rädern aus Bronze auf zwei Stahlbändern, den Schienen, hin und her. Im Anfang ließ sich der Gleitsitz um 25—30 cm hin- und herschieben, später wurde die Bewegung auf 50—65 cm ausgedehnt.

Gleit- und Rollsitz.

Fig. 541. Gleit- oder Rollsitz.

Abgesehen von der als Touren- und Übungsfahrzeug stets noch mit Recht geschätzten Dollengig, werden heute die meisten, zu regelrechtem, gymnastischem Rudern benutzten Boote mit Gleitsitz oder Rollsitz versehen. Allerdings, wer die Kunst eines schönen und vollkommenen Ruderns erlernen will, muß erst ein fertiger Ruderer auf dem festen Sitz geworden sein, bevor er auf dem Rollsitz arbeitet. Denn der Rollsitz verführt sehr leicht zu unschöner Haltung beim Rudern, wie unten noch zu erörtern ist.

§ 342. Die Bewegung beim Rudern auf dem festen Sitz.

Bewegung beim Rudern auf dem festen Sitz.

Es ist eine ebenso verbreitete als falsche Vorstellung, daß der Hauptanteil der Ruderarbeit auf die Muskeln der Arme entfalle. Dies ist keineswegs der Fall. Weit anstrengender ist bei einem richtigen schönen Rudern das Vor- und Rückschwingen des gestreckt zu haltenden Rumpfes, eine pendelartige Bewegung, welche sich in den Hüftgelenken zu vollziehen hat.

Sitz des Ruderers.

a) Sitz des Ruderers. Der Ruderer sitze im Boot mit gerade gestrecktem Rumpf, Kopf hoch, Blick geradeaus, Brust heraus, Kreuz hohl, die Rumpflast ist auf beide Sitzknorren gleich zu verteilen. Die Füße sind auf das Stemmbrett gesetzt, die Fersen ruhen geschlossen auf dem Fersenhalter, die Fußrücken sind unter die Fußriemen geschoben, Fußspitzen nach auswärts. Das Stemmbrett muß so weit von der Ruderbank entfernt sein, daß die Beine im Kniegelenk leicht gebeugt sind, und zwar so weit, daß der Ruderer beim Ausgreifen noch bequem mit dem Ruder über die symmetrisch nach auswärts gerichteten Knie hinwegkommen kann, das Ruder wird mit gestreckten Handgelenken von den hakenförmig gekrümmten Fingern leicht umfaßt, der Daumen liegt

an der Unterseite des Ruders. Dabei ist das Ruderblatt horizontal gerichtet. Die beiden das Ruder fassenden Hände — die Außenhand knapp am Griffende — sind etwa 5 cm voneinander mit ihren Innenrändern entfernt und sind genau symmetrisch vor der Körpermitte zu halten. Die Oberarme liegen den Seiten des Körpers leicht an.

Ausgreifen.

b) Ausgreifen. (Fig. 542.) Beim Ausgreifen muß der Körper mit den gestreckten Armen, wobei die Schulterblätter ganz nach vorn und außen stehen, so weit als nur möglich nach vorn gebracht werden. Dabei ist es falsch, die Wirbelsäule zu beugen, und einen krummen Rücken zu machen, vielmehr muß der Rumpf als Ganzes gestreckt bleiben, und darf nur im Hüftgelenk nach vorn geschwungen werden. Ist der äußerste Punkt des Ausgreifens erreicht, so wird das bis dahin horizontal gehaltene Ruderblatt blitzschnell etwas gedreht durch einfaches Lockern des bis dahin innegehaltenen Rudergriffs, so daß es senkrecht ins Wasser taucht und zwar nicht tiefer, als daß das Ruderblatt sich eben im Wasser befindet, und sein oberer Rand mit der Oberfläche des Wassers abschneidet. Unverzüglich, nachdem das Ruderblatt Wasser gefangen, muß auch mit voller Kraft schon der Zug eingreifen, und muß gleichmäßig bis zu Ende durchgezogen werden.

Fig. 542. Ruderbewegung auf festem Sitz.

Der Zug.

c) Der Zug. Beim derart beginnenden Zug richtet sich der vorgestreckte Körper, in den Hüftgelenken schwingend, auf und schwingt weiter nach rückwärts. Die das Ruder haltenden Arme bleiben vorab noch gestreckt. Die Schulterblätter werden nach hinten gebracht und die Arme erst dann, wenn der Körper die Senkrechte bereits passiert hat und nach rückwärts niedergeht, langsam gebeugt, so weit, bis die Hände vor der Brust angelangt sind. Das Rückschwingen erfolgt so weit, daß der Körper von seinem Sitz rückwärts fallen würde, wenn nicht die Füße in den Fußriemen ihn hielten. Ist mit dem tiefsten Rückschwingen der Ruderzug vollendet, so werden die Hände gesenkt und gleichzeitig rasch im Handgelenk nach dem Handrücken zu gebogen (d. h. gestreckt). Dadurch wird das Ruderblatt aus dem Wasser gehoben und derart gedreht, daß seine Unterfläche parallel dem Wasserspiegel steht. Das Ruderblatt kann nun entweder, platt auf der Wasserfläche liegend und leicht über die Wasserfläche hinglitschend, beim Ausholen wieder zurückgebracht werden, oder so, daß es in der Höhe des Dollens über dem Wasser schwebt. Die erste Art des Zurückbringens, das Schleifen, sieht recht hübsch aus und hält das Boot gut im Gleichgewicht, ist aber nur bei glatter Wasserfläche durchzuführen. Ist die Wasserfläche, z. B. durch Wind, Dampferwellen u. dergl. etwas bewegt, so muß das auf der Wasseroberfläche schleifende Ruder die Wellen schneiden, wodurch die Fortbewegung stark gehemmt wird. Daher ist in solchem Falle das Ruder höher zu heben.

Indem der Körper als Ganzes aufgerichtet und wieder nach vorn geschwungen wird, holt er zu einem neuen Ruderzug in der beschriebenen Weise aus. Dabei ist zu bemerken, daß die rhythmische Bewegung des Vor- und Rückschwingens so erfolgt, daß das Rückschwingen mit dem Ruderzug schneller vor sich geht und $^1/_4$ der Zeit der Gesamtbewegung in Anspruch nimmt. Das Vorwärtsschwingen (Ausholen) erfolgt langsamer und nimmt $^3/_4$ der Gesamtzeit in Anspruch.

Beteiligte Muskeln.

Fragen wir uns nun, welche Muskelgebiete bei dieser Folge von Bewegungen vorzugsweise ins Spiel kommen, so sind dies am Rumpf vor allem die langen Rückenmuskeln beim Rückwärtsschwingen, sowie die Bauchmuskeln, namentlich der gerade

Bauchmuskel, beim Vorwärtsschwingen. Da das Schwingen im Hüftgelenk erfolgen soll, das Becken also mit dem Rumpfe gleichsinnig bewegt wird, so fällt ein besonders großer Teil der Arbeit des Rumpfschwingens dem kräftigen Lenden-Hüftbeinmuskel für das Vor-, dem großen Gesäßmuskel für das Rückschwingen zu. Ebenso werden die Schenkelbeuger durch Zug am Sitzknorren beim Vorrutschen während des Vorschwingens, der lange, vom unteren vorderen Darmbeinstachel entspringende Kopf des Schenkelstreckers beim Aufrichten aus der tiefen Rückenlage beteiligt. Das Kniegelenk erleidet dabei abwechsend leichte Beugung und Streckung (nach Silberer von einem Winkel von 105° zum Winkel etwa von 112°). Wer einmal eine weite Strecke in mehrstündigem Rudern angestrengt durchrudert hat, weiß, daß die Ermüdung der Bein- und Hüftmuskeln sich dann mehr fühlbar macht als Ermüdung der Arme. Daß die Arm- und Schultermuskeln, Brustmuskeln und breite Rückenmuskeln lebhaft an der Ruderbewegung teilnehmen, ergibt sich aus der Art der beschriebenen Armbewegungen von selbst.

Atemgang beim Rudern.

Was die Atmung betrifft, so ist deren Gang, ähnlich wie dies beim Schwimmen beschrieben war, dem Gang der Bewegung anzupassen. Während des Zuges — er nimmt, wie erwähnt, 1/4 der Zeit eines ganzen Ruderschlags in Anspruch —, steht die Atmung still: Akt der Anstrengung, indem, um den Arm-, Schulter- und Rumpfmuskeln festen Ansatz zu geben, die Stimmritze geschlossen wird. Im übrigen erfolgt in der Vorwärtslage beim Ausholen die Einatmung, die Ausatmung dagegen beim Rückschwingen nach vollendetem Zug.

Da im Dollenboot mit festem Sitz bei ruhigem Rudern 26—28—30 Ruderzüge in der Minute gemacht werden, so würden also auch ebensoviele Ein- und Ausatmungen in der Minute stattfinden. Bei schnellstem Rudern (Wettrudern über eine bestimmte Strecke) ist solch regelmäßiger Atemgang indes, wie wir unten sehen werden, nicht aufrecht zu erhalten.

Bewegung beim Rudern auf dem Gleit- oder Rollsitz.

§ 343. Die Bewegung beim Rudern auf dem Gleit- oder Rollsitz.

Die Grundbewegungen des Ruderns beim Gleit- oder Rollsitz sind im großen und ganzen von den oben beschriebenen Ruderbewegungen beim festen Sitz dadurch verschieden, daß 1. die Beine durch starke Beugung und Streckung in viel größerem Maße mit beteiligt werden, und 2. das Schwingen des Rumpfes weniger ausgiebig zu erfolgen braucht.

Ausgreifen.

Beim Ausgreifen bewegt sich der Rollsitz so nahe an das Stemmbrett heran, daß die Beine bis zu einem Winkel von etwa 60° im Kniegelenk gebeugt werden, und daß im Augenblicke des stärksten Vorgreifens die Spitzen der Knie gegen 8 cm höher stehen als die Hände und zwei Handbreit etwa vor den Brustwarzen sich befinden. Dagegen kann der Rumpf nicht in dem Grade vorgeschwungen werden wie beim Rudern auf festem Sitz. Denn während hier der Rumpf bis zu einem Winkel von 40° mit dem Bootrand vorgebeugt wird, ist dies beim Rollsitz höchstens bis zu einem Winkel von 70° möglich, und zwar deshalb, weil eine starke Beugung im Hüftgelenk durch die Beugung des Knies mit gleichzeitigem Vorschieben des Rollsitzes bereits vorhanden ist. Eine weitere Beugung im Hüftgelenk kann also nicht mehr statthaben. Das Bestreben indes, mit den gestreckten Armen möglichst weit auszuholen, führt aber gerade in dieser Lage leicht dazu, da nun einmal weitere Beugung im Hüftgelenk nicht möglich ist, die Wirbelsäule oberhalb zu biegen, um dadurch ein etwas weiteres Ausgreifen mit dem Ruder zu ermöglichen. An Stelle der schönen gestreckten Rumpfhaltung auch beim tiefsten Vorschwingen tritt dann eine unschöne Krümmung des

Rückens, ein richtiger Katzenbuckel. Bei einem Ruderer, der sich dies einmal angewöhnt hat, ist die zusammenkauernde Stellung des weitesten Ausholens, weil auch noch mit krummem Rücken verbunden, eine ausnehmend häßliche. Daher hat die Schulung des Ruderers auf festem Sitz, wobei das Schwingen mit gestreckt gehaltenem Rumpf vor allem geübt wird, auch für das Rudern auf dem Rollsitz im Interesse einer schönen Form des Ruderns so großen Wert.

Bei dem nun beginnenden Ruderzug ist die erste im Sinne des Zuges auszuführende Bewegung das Aufrichten und Hintenüberschwingen des Rumpfes, so daß also möglichst bald nach Beginn des Zuges schon das Rumpfgewicht mittels der gestreckten Arme am Ruder hängt, und durch seine Last den Zug verstärken hilft, während die Muskeln, welche den beim Ausgreifen vornüberhängenden Rumpf hielten, so schnellstens wieder entlastet sind. Nun erst greifen die Strecker der Beine: der Wadenmuskel, der vierköpfige Schenkelstrecker, der große Gesäßmuskel kraftvoll ein, und strecken die Beine, wobei das Gesäß mit dem Rollsitz möglichst weit nach hinten geht (die Verschiebung des Sitzes kann wie schon erwähnt, 50 – 65 cm betragen).

Fig. 543. Schema der Bewegung des Ruderns auf dem Rollsitz. I Ausholen; II Rücklegen des Rumpfes; III Gleiten nach hinten unter Strecken der Beine. st Stemmbrett; a Rollsitz, der nach hinten gleitet.

Die Streckung der Beine ist nun so bedeutend, daß der anfängliche Winkel des Kniegelenks von etwa 60° beim Ausgreifen am Ende des Zuges bis auf 150° vergrößert ist. Vollständige Streckung des Kniegelenks bis nahe an 180° würde dagegen die sofort nach vollendetem Zuge wieder einsetzende Beugung im Kniegelenk erschweren. Erst ganz vor Ende des Zuges, bei gestreckten Beinen und zurückliegendem Rumpfe, ist es die Beugung der Arme, welche den Ruderzug vollendet. Bis dahin hatten die gestreckten Arme nur die mächtige Muskelarbeit der Rumpf- und Beinmuskeln sowie die Wirkung des Rumpfgewichts auf das Ruder zu übertragen.

Während beim Anziehen die Rumpfbewegung der Beinbewegung vorauszugehen hatte, ist beim Wiederausgreifen die Sache umgekehrt: die Beugung der Beine mit Wiedervorgleiten des Sitzes erfolgt zunächst, und erst nachdem diese im Gange, wird der zurückgelegte Rumpf wieder aufgerichtet und vorgeschwungen. –

Vorteile des Rollsitzes.

Der wichtigste Erfolg des Ruderns mit Rollsitz ist zunächst die Beteiligung der Beinmuskulatur an der Ruderarbeit, und zwar, wie die Beschreibung der ganzen Bewegung zeigt, in außerordentlichem Umfange. Die Beine leisten den Hauptteil der Ruderarbeit auf dem Rollsitz, und das bedeutet in Anbetracht der Mächtigkeit der Beinmuskeln eine große Erleichterung für die Ruderarbeit. Andererseits wird die Arbeit der Beugung und Streckung des Rumpfes eine geringere als beim Rudern auf festem Sitz, dem nach dieser Richtung hin wenigstens ein Vorzug gebührt.

Der Ruderzug beim Rudern auf dem Gleitsitz wird ein längerer, als er auf festem Sitz möglich ist, und zwar ist es weniger das Ausgreifen, welches ausgiebiger wird, als das Ende des Zuges. Die Angaben darüber, um wie viel der Ruderzug verlängert wird, sind nicht genau übereinstimmend.

Kommt nun zu der Verlängerung des mit einer größeren Anzahl stärkster Muskeln ausgeführten Ruderzuges hinzu, daß die Ruderzüge im Rennboot mit Rollsitz schneller ausgeführt werden können (beim Ruderrennen bis auf 38—40 Ruderschläge in der Minute), so ist nicht zu verwundern, daß die Fortbewegung in einem solchen Ruderboot eine außerordentlich schnelle wird, so daß z. B. eine gute Rudermannschaft in einem Viererrennboot 2000 Meter in $7^1/_2$—8 Minuten zurücklegt, was der Schnelligkeit eines mittelguten Dauerläufers entspricht.

Alles in allem sind die Vorteile der Rennboote mit Rollsitz für Schnell- und Wettfahrten, d. h. für den Betrieb des Ruderns als Schnelligkeitsübung, derartig überwiegend, daß sie hier die Boote mit festem Sitz gänzlich verdrängt haben. Andererseits gewähren die Dollenboote oder Halbausleger mit festem Sitz, welche mehr Sicherheit bieten, weit dauerhafter gebaut und auch weniger kostspielig sind, in mindestens demselben Grade die Möglichkeit einer ebenso vollkommenen als schönen Ruderarbeit und sind deshalb für Schüler sowohl, wie für solche Liebhaber des Ruderns, denen es weniger auf Leistungen im Schnellfahren wie auf erfrischende gesunde Leibesübung ankommt, noch immer am geeignetsten.

Das Rudern als Schnelligkeitsübung.

§ 344. Das Rudern als Schnelligkeitsübung.

Die körperlichen Einwirkungen des Ruderns sind ungemein tiefgreifende. Bei keiner Art von Leibesübung hat der größte Teil der Körpermuskulatur in gleichem Umfang Arbeit zu leisten. Da diese Arbeit eine verteilte, so sind gleichwohl die örtlichen Ermüdungserscheinungen in den vorzugsweise arbeitenden Muskeln beim Rudern wenig hervortretend, nicht mehr als auch bei anderen Schnelligkeits- und Dauerübungen, denn das Rudern zählt in ausgesprochenem Maße zu diesen Übungsarten. Was dagegen die Ermüdung der großen Organtätigkeiten der Atmung und des Kreislaufs, sowie das Eintreten von Allgemeinermüdung betrifft, so macht es auch hier einen deutlichen Unterschied, ob das Rudern als Schnelligkeitsübung, d. h. zur Erreichung der höchstmöglichen Fahrgeschwindigkeit über eine bestimmte Strecke oder eine bestimmte Zeit hindurch betrieben wird, oder ob die Ruderbewegung genügend gemäßigt wird, um lange Zeit hindurch fortgesetzt werden zu können, ohne daß das Gleichgewicht zwischen den Anforderungen an die Lungen- und Herzkraft und den Leistungen dieser Organe eine Störung erleidet.

Betrachten wir zunächst das Rudern als Schnelligkeitsübung. Es liegt hierüber eine Reihe von ganz hervorragenden Untersuchungen und Beobachtungen vor, welche G. Kolb auf dem Übungsplatze eines Berliner Rudervereins, mit hingebender Unterstützung seiner Rudergenossen, gewonnen hat.—

Muskelarbeit.

Über die beim schnellsten Rennrudern — die Strecke von 2000—2500 Metern wurde gewöhnlich mit dem Viererboot in etwa 8 Minuten durchfahren — geleistete Muskelarbeit fehlen noch alle Angaben, um den geleisteten Arbeitsaufwand ähnlich wie beim Gehen, Bergsteigen, Radfahren, Laufen und Springen in Meter-Kilogrammen zu bestimmen. Beim schnellsten Rudern findet mit jedem Ruderschlag eine flüchtige äußerste Zusammenziehung, d. h. eine Höchstarbeit der größten Muskelmassen des Körpers statt. Beim Ausgreifen ist der Körper ganz zusammengekauert in äußerster Beugung, mit Ausnahme der Arme. Beim Ruderzug wird der Rumpf gestreckt und

nach hinten gelegt, werden die Beine gestreckt, und endlich die Arme gebeugt und die Schulterblätter zurückgezogen. Dann wird wieder in die Grundstellung zurückgegangen: der Gesamtstreckung folgt wieder die Gesamtbeugung. Nun werden beim Rennfahren 32—42 Ruderschläge in der Minute gemacht, und die erlangte Fahrgeschwindigkeit beträgt durchschnittlich 4,5 Meter in der Sekunde. Über die Strecke von 2000 Metern würden also in 8 Minuten gegen 300 Ruderschläge gemacht, d. h. gegen 300 Mal finden in dieser kurzen Frist Höchstzusammenziehungen der größten Muskeln des Körpers statt. Das bedeutet eine ganz gewaltige Arbeitssumme.

Einfluß auf die Atmung.

Dem entspricht denn auch die Einwirkung auf Atmung und Herzschlag. Was zunächst die **Atmung** betrifft, so muß vorausgeschickt werden, daß es sich bei den Untersuchungen von Kolb um muskelstarke, im Tränieren befindliche junge Leute mit hervorragend großer Lungenkraft handelte. Gleichwohl führte während der kurzen Ruderarbeit über die genannte Rennstrecke am Ende des Rennens die Atemanstrengung stetig bis zur Grenze der Atemermüdung und Atemerschöpfung. Es ist oben bemerkt, daß mit **ruhiger** Ruderarbeit der Atemgang derart verbunden werden kann, daß jedesmal mit dem Ausgreifen die Einatmung vor sich geht, welcher nach Beendigung des Ruderzuges die Ausatmung folgt. Beim schnellen Rennfahren ist aber eine solche regelmäßige Aus- und Einatmung nicht möglich.

Und zwar verläuft nach den Aufzeichnungen, welche Kolb mit seinem Registrierapparat machte, der Atemgang bei einem solchen Rennfahren in folgender Weise.

Zunächst beim Abfahren (Start), wo es darauf ankommt, mit äußerster Kraft dem bis dahin ruhenden Boot gleich die volle Fahrgeschwindigkeit zu erteilen, arbeiten die Ruderer mit angehaltener Atmung (Pressung), so daß 5—10 Sekunden lang hier überhaupt Atemstillstand besteht. Dann setzt die Atmung plötzlich ein, geht in einer halben Minute auf 40 Atemzüge (auf die Minute berechnet) und weiter auf 50—60. Wird jetzt noch einmal derart mit Aufgebot aller Willenskraft äußerste Anstrengung geleistet, gleichwie zu Beginn des Rennens, so kann die Atmung schnell auf 120—140 ansteigen, es tritt Atemerschöpfung ein und die gesamte Muskulatur versagt infolge der Kohlensäureanhäufung im Körper — ähnlich wie nach einem Wettlauf von ähnlicher Dauer vorübergehend völlige Erschöpfung eintritt. Eine geübte Mannschaft wird sich natürlich nicht derart vorzeitig „auspumpen". — Beim normalen Verlauf der Rennfahrt tritt nach der ersten Minute ein **beengendes Gefühl in der Kehlkopfgegend** ein, wie es auch bei sehr starken Kraftübungen — z. B. Hantelstemmen — gespürt wird. Dabei ist das Gesicht sehr bleich — während nach dem bald wieder eintretenden Schwinden dieses zuschnürenden Gefühls Wärmegefühl und Röte des Kopfes eintritt. Nach zwei Minuten der Fahrt machen sich Ermüdungserscheinungen geltend, die überwunden werden müssen; Schweißausbruch, der nun folgt, bringt Erleichterung. Wieder droht Ermattung — die Hast der Atemzüge aber steigt infolge der Ermüdung der Atemmuskeln nicht mehr über 60. Nun zum Schluß, wo noch einmal mit äußerster Anstrengung alle verfügbaren Kräfte bis auf den Rest angespannt werden, werden auch die Atemzüge noch immer häufiger, um dann in den Zustand der Atemnot überzugehen. Atemlos, krampfhaft den Bootrand umgreifend um die Hilfsatemmuskeln mit zu beteiligen und Herr zu werden der quälenden Blutüberfüllung der Lungen — so befinden sich die Ruderer, nachdem das Ziel passiert ist. „Erstaunlich schnell" sah Kolb diese Erscheinungen aber auch schwinden nach Eintritt von Körperruhe. Nach wenigen Minuten bereits tritt ein Zustand ein angenehmer Erschlaffung und leichten Müdigkeitsgefühls, welches in keinem Verhältnis steht zu der kolossalen Leistung. Nach einer guten Stunde sind gute Ruderer imstande, ein solches Rennen noch einmal zu fahren.

Natürlich treten die beschriebenen Erscheinungen nur dann ausgeprägt ein, wenn die Mannschaft hinreichend Übung und Energie besitzt, um alles einzusetzen, was an Leistungskraft in ihr steckt.

Es ist vor allem also die Atmung, welche durch die Menge der arbeitenden Muskeln und die Summe der geleisteten Arbeit, ähnlich wie beim Lauf, vielleicht noch stärker als bei diesem, aufs äußerste in Anspruch genommen wird. Dementsprechend ist dann auch der **Stoffwechsel** gesteigert und wächst die Menge der auszuscheidenden **Kohlensäure** auf das äußerste Maß an.

Steigerung der Kohlensäureausscheidung.

Kolb fing die Ausatmungsluft der Rudernden in verschiedenen Zeiten des Rennfahrens auf und bestimmte deren Gehalt an Kohlensäure. Bei ruhiger Atmung und Muskelruhe des Körpers beträgt der Kohlesäuregehalt der Ausatmungsluft 4,38 Volumprozent. Wird der Atem angehalten, so wächst die Kohlensäuremenge nach Vierordt in folgender Weise:

Atemstillstand über Sekunden:	Kohlensäuregehalt der Ausatmungsluft:
20	5,1 Vol. Prozent
40	5,7 „ „
60	6,3 „ „
80	6,7 „ „
100	7,4 „ „

Nach Kolbs Bestimmungen hat bei einer Ruderrennfahrt die Ausatmungsluft gleich mit Beginn des Rennens einen Kohlensäuregehalt von bereits 6 %. Es wächst bis zum Anfang der 6. Minute noch auf 7 %, um dann wieder auf 6 % zu sinken.

Nehmen wir die Atemgröße beim Ruderrennen für jeden Atemzug 3 mal so groß als die Atemgröße bei Muskelruhe, also 1500 ccm, so werden bei 50 Atemzügen in der Minute $50 \times 1500 = 75000$ ccm ventiliert. Darin sind, bei durchschnittlich 6,5 Vol. % Kohlensäure im ganzen also enthalten 4875 ccm Kohlensäure. Für das ganze Rennen in acht Minuten macht das einen Gaswechsel von $8 \times 75000 = 600000$ ccm = 600 Liter Luft mit rund 39000 ccm = 39 Liter Kohlensäure.

In der Ruhe würden aber nur gegen 2000 ccm Kohlensäure ausgeatmet worden sein. 4,38 Volumprozent Kohlensäure werden als Kohlensäuregehalt der Ausatmungsluft in der Ruhe angegeben. Werden 500 ccm bei der Ruhe mit jedem Atemzug aus- und eingeatmet, so sind in den 500 ccm Ausatmungsluft enthalten 21,9 ccm Kohlensäure, und bei 12 Atemzügen in der Minute (dies war die Mittelzahl bei den Ruderern Kolbs) $12 \times 21{,}9 = 262{,}8$ ccm; für acht Minuten aber $8 \times 262{,}8 = 2102{,}4$ ccm = 2,1 Liter Kohlensäure.

Mithin übertraf bei diesen Übungsrennfahrten die Kohlensäureausscheidung, d. h. der Gaswechsel, um **das Neunzehnfache** die Kohlensäureausscheidung in der Ruhe. Es gibt das einen Maßstab für die mächtigen Stoffumsetzungen, welche beim Rudern, als Schnelligkeitsübung ausgeführt, im Körper mit einem Schlag vor sich gehen.

Einwirkung auf das Herz.

Ähnlich wie diese mächtige Zunahme des Stoffwechsels mit einer Steigerung der Atemtätigkeit bis zum Eintritt der Atemerschöpfung vor sich geht, wird auch die **Herztätigkeit** gesteigert. Die Pulsziffer schnellt bei schnellstem Rudern außerordentlich rasch hinauf, und wächst selbst bis zu 240 Pulsen in der Minute an. Da in den großen arbeitenden Muskelgebieten die Muskelblutgefäße stark gefüllt und erweitert sind, so ist der Blutdruck kein hoher, ein Umstand, welcher einer allzustarken Belastung der Herzarbeit beim Rudern güunstig entgegenwirkt. Es tritt eben die mächtige Einwirkung auf die Atmung beim schnellsten Rudern weit

mehr in die Erscheinung. Gleichwohl sind einige Fälle von Ohnmacht, ja von plötzlichem Tode (der englische Meisterruderer Renforth 1877) beim Wettrudern bekannt, welche wohl kaum anders als durch Überanstrengung des Herzens zu erklären sind. Jedoch liegen für die Vermutung, als könnten durch die Anstrengungen des Wettruderns und das sportmäßige Tränieren dazu besonders leicht dauernde Schädigungen, Erweiterung des Herzens, sowie Entartung seiner Muskulatur entstehen, keinerlei Beweise vor. Allerdings — wer keine kräftigen Lungen, kein durchaus gesundes Herz hat, bleibe vom Wettrudern und dem Tränieren dazu ferne.

§ 345. Das Rudern als Dauerübung.

Rudern als Dauerübung.

Ähnlich wie die Einwirkungen schnellsten Laufes sich unterscheiden von der Einwirkung der Laufübung im Spiel, des langsamen Dauerlaufes, des Eilmarsches oder des ruhigen Bergsteigens, so unterscheiden sich auch die Einwirkungen des schnellsten Ruderns beim Rennfahren von denen eines ruhigen, aber ausgreifenden Dauer-, Übungs- oder Erholungsruderns. Ein solches vereint eine Reihe von unschätzbaren Übungserfolgen in sich, Erfolge, welche dem Rudern auf Strom oder See vor vielen anderen Leibesübungen einen hervorragenden Übungswert verleihen.

Übung der Muskulatur.

Zunächst in bezug auf die Muskelübung und -kräftigung. Wir sahen oben, daß sämtliche Hauptmuskeln des Skeletts beim Rudern beschäftigt werden. Ein Dauerrudern, eine oder mehrere Stunden hindurch, bedeutet mithin für alle diese Muskeln ein sehr hohes Maß von Übung und Kräftigung. Dies gilt für die Muskeln des Rumpfes, der Schultern und der Arme ebensogut wie für die der Schenkel. Die Kräftigung der langen Rückenmuskeln wie der Bauchmuskeln verdient besonders hervorgehoben zu werden. Falls ein Ruderer in schöner Form mit dem Ruder zu arbeiten gelernt hat, und diese Form stetig wahrt, erzielt die Ausbildung der Rumpfmuskulatur beim Schwingen des Körpers eine schöne gerade Körperhaltung und eine kräftige gewölbte Brust.

Belebung des Stoffwechsels.

Diese Übung und Betätigung der Gesamtmuskulatur geht einher mit einer entsprechenden Belebung des Stoffwechsels. Das zeigt sich in der Vergrößerung des Atemumfangs, der Vermehrung des Gaswechsels, die bei keiner Übung als so hoch nachgewiesen ist, in der Beschleunigung des Blutumlaufs, in der stärkeren Ausscheidung stickstoffhaltiger Substanzen im Harn, worüber Messungen von Lagrange vorliegen. Der Stoffverbrauch wird gesteigert, aber auch der Stoffansatz, wenigstens hinsichtlich der Zunahme an kraftgebendem Muskelgewebe. Ebenso wird die Tätigkeit der Haut stark angeregt: kräftiges anhaltendes Rudern ist stets mit oft äußerst starkem Schweißverlust verbunden, der übrigens auf dem Wasser meist angenehm empfunden wird. Für kräftige fettreiche Männer bedeutet eine längere Ruderfahrt immer einen nicht unerheblichen Gewichtsverlust, und bei regelmäßigem Rudern tritt eine wohltätige Entfettung des Körpers ein, falls nicht die sonstige Lebensweise allzusehr angetan ist, diesen Verlust gleich wieder wett zu machen.

Atmung.

Daß das Rudern in stärkster Weise den Atemgang beeinflußt, sahen wir bei Schilderung der Einwirkungen des Schnellruderns. Beim ruhigen Dauerrudern handelt es sich um eine auf gleicher Höhe bleibende beträchtliche Steigerung des Atmungsvorganges. Sie ist um so wirksamer und für die Atemmuskeln um so übender, als sie sich in regelmäßigem Gange mit der Ruderbewegung verbindet, indem die Einatmung mit dem Ausgreifen erfolgt, während die Ausatmung nach Beendigung des Ruderzuges stattfindet. Ganz besonders muß aber auf die Beschaffenheit der umgebenden Luft beim Rudern hingewiesen werden. Die Luft dicht über der

Wasserfläche ist gänzlich staubfrei und um so reiner, je weiter man vom Ufer entfernt ist. Man atmet sie geradezu mit Genuß und empfindet die herrliche Luft über dem Wasser wie ein erfrischendes Bad für die Lungen.

Kreislauf. Für die Herztätigkeit und den Blutkreislauf bedeutet die Ruderarbeit eine äußerst wirksame Belebung von ähnlichem Umfang und gleich bedeutsam wie auch bei anderen Schnelligkeits- und Dauerbewegungen.

Tätigkeit der Haut. Daß die Hauttätigkeit beim Rudern besonders stark ist, zeigt die stetig vorhandene, oft sehr beträchtliche Schweißabsonderung. Die gesunde Steigerung der Kreislauftätigkeit bewirkt, daß die Haut stets reichlich von Blut durchflossen und lebhafter gerötet ist. Daher auch an den unbedeckten Körperstellen unter dem Einfluß des Sonnenlichts gerade beim Rudern die Haut sich besonders schnell dunkler abtönt, und bei fleißigem Rudern einen wahren Bronzeton annimmt, stärker als bei Bewegung in der Landluft. Allerdings kommt auf dem Wasser zu dem Einfluß der direkten Sonnenstrahlen noch die Wirkung der von der Wasseroberfläche reflektierten Strahlen hinzu.

Abhärtung der Haut. Der Ausdauer in der Ruderarbeit kommt es sehr zustatten, daß selbst an heißen Tagen das Ruderboot von dem stets kühleren Wasser umgeben und die Luft über dem Wasserspiegel stets weniger heiß ist, wie auf dem von der Sonne gedörrten staubigen Erdboden. Umgekehrt empfindet man die Abkühlung auf dem Wasser in geringerem Grade – abgesehen davon, daß man bei kühler Luft zur erwärmenden Ruderbewegung besonders aufgelegt ist. Zur Ruderarbeit gehört aber eine leichte Kleidung – viele Ruderer rudern selbst im kühlen Herbst nur mit leichtem Flanellzeug bekleidet, welches am Halse weit ausgeschnitten ist und Arme wie Unterschenkel ganz unbedeckt läßt. Dies macht den fleißigen Ruderer immer weniger empfindlich gegen kühlere Luftbewegung; er kümmert sich wenig darum, in seinem dünnen Wams schon beim kleinsten Regenfall oder bei anspritzendem Wasser bis auf die Haut naß zu werden. So bewirkt die rechte Pflege des Ruderns einen hohen Grad von Abhärtung und Wetterfestigkeit. – Viele Ruderer machen es sich namentlich beim Tränieren zur Gewohnheit, bei der Rückkehr von der Ruderfahrt mit dem schweißbedeckten Körper unter die kalte Dusche zu gehen. Nichts verkehrter als das. Denn die dadurch bewirkte Steigerung des Blutdruckes – infolge Verengerung der Hautblutgefäße – ist für das Herz nichts weniger als unbedenklich. Es empfiehlt sich hier vielmehr eine lauwarme Dusche, welche nicht nur in wohltuender Weise den Schweiß und seine Rückstände von der Haut entfernt, sondern auch durch Erweiterung der Hautblutgefäße den Blutdruck sinken macht und das Herz entlastet.

Moralische Einwirkungen. Dem Rudern sind aber auch eine Reihe wertvoller moralischer Einwirkungen eigen. Sich dem schwanken dünnen Ruderboot anzuvertrauen, erfordert an sich schon einen gewissen Mut. Dieser darf nicht verwechselt werden mit dem sträflichen Leichtsinn, den des Ruderns gänzlich Unkundige so vielfach beweisen, indem sie sich mit mangelhaften Mietsbooten hinaus aufs Wasser wagen und ihr eigenes Leben wie auch das anderer aufs Spiel setzen. Im Gegenteil, wer mit dem Fahren auf dem Wasser vertraut geworden, weiß Wagemut in rechter Weise mit Vorsicht zu verbinden. Bei weiteren Fahrten über Fluß und See gilt es unausgesetzt Obacht zu geben darauf, daß man allzuseichte Stellen vermeidet, an verankerten Schiffen, Tauen und Ketten, Bojen und Pfählen ungefährdet vorbeikommt; daß man entgegenkommenden Schiffen richtig ausweicht, auf entsprechende Steuerung bei ankommenden stärkeren Dampferwellen gut achtet, mit der nötigen Besonnenheit den Kurs stark fahrender Schiffe kreuzt usw. Kurz, es sind der Gelegenheiten auf dem Wasser und namentlich auf stark befahrenem Wasser außerordentlich viele, wo ein scharfes Auge, richtiges Abmessen, ruhiges Erwägen und entschlossenes Ausführen erfordert wird –

Eigenschaften, die den kundigen Fahrer auszeichnen. Es darf dabei auch der gute Humor nicht fehlen, selbst dann nicht, wenn einem ein von unkundiger Hand geleitetes Vergnügungsboot in unberechenbarem Zickzackkurs in den Weg läuft und die frische schnelle Fahrt aufhält. Vor allem aber muß der Ruderer, der mit anderen gemeinsam im Boot arbeitet, unbedingte Zucht bewähren, nicht nur unausgesetzt auf streng gleichmäßige Arbeit achten, sondern auch den Anordnungen des Bootsführers unbedingt Folge leisten. Wenn es auch selbstverständlich ist, daß ein Ruderer zugleich ein guter Schwimmer sein muß — denn es gehört nicht viel dazu, um gelegentlich einmal mit dem Boot umzukippen — so vergesse man doch nie, daß es zahlreiche Gelegenheiten gibt, wo hoher Wellengang bei Sturm, oder fehlerhaftes Fahren gegen Ankerketten, Landungsbrücken, größere Schiffe usw. auch den besten Schwimmer in Lebensgefahr bringt. So frohgemut das schnelle Dahingleiten auf weitem Wasserspiegel mittels erfrischender Ruderbewegung macht, nie darf man vergessen, daß eine jede Fahrt auf kleinem schmalen Boot auch ihre ernste Seite hat, und man sich oft urplötzlich einer gefahrdrohenden Lage gegenüber befinden kann. Mag für eine übertrieben sportliche Anschauung der Hauptzweck der Ruderübungen im schnellsten Streckenfahren, im Rennrudern bestehen und mag für des Rennrudern eine vom Schiffsverkehr nicht berührte stille Wasserfläche die willkommenste Übungsstätte abgeben, die besten Tugenden des Ruderers und der schönste Genuß des Fahrens werden erst offenbar bei längeren Dauerfahrten.

Ästhetisches Genießen.

Wie dem rüstigen Bergwanderer die herrlichen wechselnden Natureindrücke die Arbeit des Wanderns und beschwerlichen Steigens zum Genuß stempeln, so wird der Ruderer für seine schweißtreibende Arbeit reichlich entschädigt durch die Fülle wechselnder Bilder auf Strom und See. Gerade auf dem Wasser genießt man die verschiedenen Luftstimmungen, wie sie durch den Stand der Sonne, Wolkenbildung, Duft und Nebel so mannigfaltig sich gestalten, am allerschönsten. Wer in anmutiger Landschaft z. B. in den Frühstunden des Frühlings und Sommers tagtäglich hinausfährt, wird auch tagtäglich immer wieder neue, frische Eindrücke empfinden, wenn er auf der weiten Wasserfläche dahingleitet. Für jedes empfängliche Gemüt bietet die Gewohnheit regelmäßiger oder doch häufiger Ruderarbeit auf dem Wasser eine stete Quelle reiner, schöner Naturfreuden. Getragen vom freundlichen Elemente — freundlich allerdings nur für den, der sich mit ihm vertraut gemacht! — fühlt man auf der weiten Wasserfläche sich allen kleinen Lebenssorgen, allen Mühen und Kämpfen entrückt und gewinnt für diese Kämpfe neuen Lebensmut und frische Kraft. Mag auch das Rudern als Leibesübung der großen Masse unseres Volkes und unserer Jugend noch wenig zugänglich sein, da sein Betrieb immerhin einen gewissen Geldaufwand erfordert, auch an manchen Orten unseres Vaterlandes es an entsprechenden Wasserflächen und Flußläufen mangelt — so kann man es doch dem Ruderer nicht verargen, wenn er dafür hält, daß keine andere Leibesübung gleich schön und herzerfreuend, gleich angreifend, kräftigend und gesund sei. —

Das Radfahren.

§ 346. Das Fahrrad.

Das Fahrrad.

Mechanische Verkehrsmittel der Neuzeit.

Die letzten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts haben eine ungeahnte Entwicklung der mechanischen Verkehrsmittel gesehen. Ein immer dichter werdendes Netz von Bahnen überzieht alle Kulturländer und befördert uns mit unheimlicher Geschwindig-

keit von einem Ort zum andern. Straßenbahnen, früher meist von Pferden gezogen, jetzt immer mehr durch Dampf, Gas und vor allem durch Elektrizität getrieben, stehen auch für kleine Entfernungen in unseren Städten jeden Augenblick bereit, uns die natürliche Fortbewegung mit der Kraft unserer Beine zu sparen. Auf zahllose Höhen führt bequem das Dampfroß hinauf, ja zu den Gletschergebieten des Hochgebirges, die bisher nur unerschrockenen Bergsteigern zugänglich waren, trägt uns auf kühnem Eisenbau, in schwindelerregender Höhe an senkrechten Felswänden entlang, diese ab und zu auch durchbohrend und weiter hinüber über drohende Abgründe führend, die Maschine gefahrlos und sicher hinan. Zweifellos kommen diese reichen Verkehrsmittel, über deren Wert an sich ja nicht zu streiten ist, der Bequemlichkeit und der Scheu vor körperlicher Anstrengung bei zahllosen Menschen in hohem Grade entgegen. Der großstädtische Schüler, der tagtäglich mit seiner Abonnementskarte hin und zurück zum Schulhause fährt, der Geschäftsmann, der für seine Geschäftswege alle möglichen Fahrgelegenheiten benutzt, der Ausflügler, der zur Erholung Sonntags mit Bahn oder Schiff zu einem schönen Punkte sich fahren läßt, um sich dort schleunigst am Wirtstische wieder festzusetzen usw. usw. — sie alle werden mehr und mehr einem kräftigen Regen der eigenen Körperkräfte abhold gemacht und verlernen die Empfindung für die Wohltaten rüstigen, ausgreifenden Eilganges. Man hat diese noch lange nicht abgeschlossene Entwicklung der mechanischen Verkehrsmittel nicht ganz mit Unrecht angeklagt, daß sie das Bewegungsbedürfnis der Menschen und namentlich die Freude an rechter Gangerholung immer mehr vermindere. Man darf aber im Sinne gesunder Leibesübung nicht übersehen, daß mit der vermehrten Gelegenheit leicht und schnell hervorragend schöne Gegenden zu erreichen, auch dem Wandern, namentlich dem Gebirgswandern, eine früher ungeahnte Ausdehnung geworden ist. Vor allem aber ist bemerkenswert, daß dasselbe Zeitalter, welches die Gelegenheiten, sich mühelos von einem Ort zum andern befördern zu lassen, so außerordentlich vermehrte, gleichzeitig auch ein Verkehrsmittel schuf, das dem einzelnen Menschen durch Inanspruchnahme der eigenen Muskelkraft auf gebahnten Wegen eine früher unerhörte Schnelligkeit des Fortkommens gewährt. Dies Verkehrsmittel ist das Fahrrad.

Wenn wir von früheren Versuchen im 17. Jahrhundert (Hautsch und Foerster in Nürnberg) absehen, so war in der Neuzeit der Erste, welcher zum Ersatz des Gehens und Laufens dem Körper schmale Räder unterschob, der Freiherr von Drais in Karlsruhe. Bei seinem „Laufrad", welches er 1814 dem Wiener Kongreß vorführte, handelte es sich aber darum, daß der Fahrer mittels mehrerer Laufschritte auf dem Boden den Rädern unter ihm eine gewisse Umdrehungsgeschwindigkeit erteilt, die nach Unterbrechung der Laufschritte und Emporheben der Füße vom Erdboden hinreichend beharrt, um den Fahrer eine Strecke weit fortzubewegen. Bei Nachlassen der Geschwindigkeit mußte dann wieder durch einige Laufschritte dem Fahrrad neue Geschwindigkeit erteilt werden und so fort.

Es kam nun weiter darauf an, die Bewegung der Beine direkt zur Umdrehung eines der Räder mit Zuhilfenahme von Tretkurbeln zu benutzen. Diese Kurbeln mußten, um einen gleichmäßigen Gang der Maschine zu erzielen so angebracht sein, daß, wenn die eine am höchsten vom Boden stand, und das ihr aufruhende Bein gebeugt war, die andere am tiefsten war und das an ihr arbeitende Bein in Streckung. Anfangs der 50er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurden solche Maschinen — man taufte sie „Veloziped" — in Deutschland wie in Frankreich zuerst versucht. Es würde zu weit führen, die Vervollkommung dieser Maschinen vom Dreirad zum Zweirad, und vom Hochrad zu dem heutigen technisch äußerst vollendeten Niederrad näher zu verfolgen. Genug, daß auf einem neuzeitlichen Fahrrad der durchgebildetete Fahrer mit Leichtigkeit 30 Kilometer in der Stunde zurücklegt; ja eine Geschwindigkeit von

60 und mehr Kilometer in der Stunde, gleich der eines Schnellzuges, ist erreicht. Kein Wunder, daß ein Fortbewegungsmittel von so unerhörter Leistungsfähigkeit sich in kurzer Frist allgemeinste Verbreitung eroberte und zahllose Menschen zu regelmäßiger Bewegung in freier Luft veranlaßte, die sonst sicherlich der Wohltaten solcher Bewegung und Übung nicht teilhaftig geworden wären.

§ 347. Die Haltung auf dem Fahrrad.

Haltung auf dem Fahrrad.

Die außerordentliche Vervollkommung, welche dem Fahrrad immer mehr zuteil wurde und es geradezu zu einem Wunder neuzeitlicher Technik stempelte, gipfelte darin, daß die beim Radfahren aufgewendete Muskelkraft in dem Verhältnis der Übertragung der Kurbeldrehung auf das Hinterrad, der Vermeidung der Reibung in den bewegten Teilen der Maschine selbst (Kugellager), wie zwischen den Radreifen und dem Erdboden (Gummiluftreifen) möglichst vollständig zur schnellsten und sicheren Fortbewegung ausgenutzt werden kann.

Fig. 544. Das neuzeitliche Zweirad.

Die eigentliche Muskelarbeit besteht in abwechselndem Beugen und Strecken der Beine. Der Fahrende sitzt rittlings auf dem Sattel, der so gebaut sein muß, daß ihm die beiden Sitzknorren bequem aufruhen und nicht seitlich bei kleineren Drehungen oder Erschütterungen abrutschen. Der Sattel ist federnd und schwächt so alle Stöße welche durch die Unebenheiten des Bodens verursacht werden in gleichem Sinne ab, wie der luftgefüllte Gummireif des Rades dies tut.

Stellung des Sattels zur Lenkstange.

Der Rumpf ist vollkommen gestreckt und aufrecht zu tragen. Damit dies möglich sei, sind an jedem besseren Rad Sattel wie Lenkstange in der Richtung nach oben und unten, der Sattel auch in der Richtung nach vorn und hinten verstellbar. Es kommt darauf an, für einen jeden nach seiner Körpergröße Sattel und Lenkstange so zueinander zu stellen, daß bei schöner aufrechter Haltung des im Sattel sitzenden Fahrers die Hände, bei eben gebeugtem Ellbogengelenk, bequem die Griffe der Lenkstange fassen und ungezwungen bewegen. Dagegen soll die Lenkstange nie als Stütze dienen. Ebenso wichtig ist die Stellung des Sattels zu den Tretkurbeln oder den Pedalen. Die Höhe des Sattels ist derart einzustellen, daß bei tiefstem Stand eines Pedals der betreffende, dem Pedal aufruhende Ballen des Fußes etwas nach abwärts gebogen ist, während das Bein selbst weder im Kniegelenk noch im Hüftgelenk völlig gestreckt sein darf, sondern noch einen leichten Grad von Beugung (150—160°) beibehält. Für das Hüftgelenk ist dies ohne weiteres klar. Denn das Zentrum der Kurbel für die Kurbeldrehung, d. h. die Achse des Kurbelrades, steht nicht senkrecht unter der Mitte des Sattels oder unter dem Hüftgelenk, wie dies bei

Stellung des Sattels zu den Tretkurbeln.

vollkommener Streckung des Hüftgelenkes der Fall sein müßte. Vielmehr steht das Kurbelrad mehr nach vorne als der Sattel, so weit etwa, daß eine vorn von der Sattelspitze gefällte Senkrechte den Kreis, welchen das Kurbelrad beschreibt, an der hinteren Peripherie desselben eben berührt. Ebenso darf der Sattel nicht so hoch über den Pedalen stehen, daß beim tiefsten Stand eines Pedals die Fußspitze nur noch bei vollkommener Streckung im Kniegelenk die Kurbel in der Gewalt behält. Denn unwillkürlich wird dann, um in der Beherrschung der Kurbeldrehung mit dem Fuße ganz sicher zu gehen, die betreffende Beckenseite nach dem gestreckten Beine hin gesenkt, und damit fortwährend, je nachdem das rechte oder das linke Pedal tief getreten ist, das Rückgrat nach rechts oder nach links verbogen. Solch Hin- und Herdrehen des Beckens ist in hohem Grade unschön, namentlich bei Mädchen oder Frauen, wo es der breiteren Hüften wegen besonders auffällt. Es gestaltet ferner den Sitz beim Fahren zu einem sehr unsicheren und leistet vorschneller Ermüdung der langen Rückenmuskeln, sowie dem Auftreten von Kreuzschmerzen allen Vorschub.

Aus alledem geht hervor, daß die richtige Stellung der drei Teile: Sattel, Griffe der Lenkstange und Tretkurbeln zueinander von höchster Wichtigkeit für eine gute bekömmliche Haltung beim Radfahren ist. Es kann nicht genug Gewicht darauf gelegt werden, daß diese Entfernungen genau den Körpermaßen des Radfahrers oder der Radfahrerin entsprechend festgestellt und schließlich auch ausprobiert werden, so daß der Sitz beim Fahren Festigkeit und Schönheit der Rumpfhaltung ebensowohl wie Freiheit und Leichtigkeit in den Bewegungen der Beine und der Arme gewährleistet. Würde von kundiger Seite hierauf mehr geachtet, und dem Neuling sein Rad stets aufs sorgfältigste in dieser Richtung eingestellt, so würde man nicht so viele Haltungsfehler bei den Radfahrern draußen gewahren.

Runder Rücken.

Der häufigste Haltungsfehler ist der runde Rücken mit vornübergebeugtem Rumpf und eingedrückter Brust. Es ist keine Frage, daß solche Haltung, bei regelmäßigem Radfahren stets eingenommen, sich auch leicht auf das Alltagsleben als Gewohnheit überträgt. Hat beim voll Erwachsenen dies keine sonderliche Gefahr mehr für die Gesundheit, so ist solche Gefahr um so ernstlicher bei jungen Leuten vor und in der Entwicklung vorhanden. Die vornübergebeugte Haltung auf dem Rade mit krummem Rücken wird bei schnellstem sportmäßigen Fahren aus dem Grunde eingenommen, um den Luftwiderstand möglichst zu verringern, d. h. die dem Winddrucke entgegenstehende Fläche des Körpers möglichst zu verkleinern. Je schneller gefahren wird, um so mehr macht sich auch, selbst bei Windstille, der Widerstand der Luft geltend, denn dieser wächst mit dem Quadrat der Geschwindigkeit und erfordert schließlich bei hohen Geschwindigkeiten zu seiner Überwindung den größten Teil der zum Fahren aufzuwendenden Energie. Gegen den Wind ist überhaupt eine größere Geschwindigkeit mit dem Rad nicht zu erzielen. Nicht nur aus diesem Grunde wird bei schnellstem Rennfahren eine solche vornübergebeugte Haltung eingenommen, sondern auch deshalb, um überhaupt atmen zu können. Denn der Luftwiderstand vor dem Gesichte behindert vor allem die Ausatmung — und wie bei allen Schnelligkeitsübungen, so ist auch beim Radfahren ungehinderte tiefste Atemführung Vorbedingung für eine gute Leistung, für Erzielung höchstmöglicher Schnelligkeit. Aus diesen Gründen ist es durchaus natürlich, daß bei Wettfahrten auf dem Rad, also bei Radrennen und der Vorübung zu solchen, diese schlechte Haltung eingenommen wird. Die Einnahme solcher Haltung bedingt, daß die Griffe der Lenkstange tiefer stehen, als wir oben zur Erzielung einer guten Haltung bei mittlerer Fahrgeschwindigkeit für richtig und erforderlich fanden. Es werden daher die Maschinen für das sportmäßige schnellste Fahren mit Lenkstangen ausgestattet, deren Griffe tiefer nach abwärts gebogen sind. Auf solchen Maschinen ist eine schöne aufrechte Haltung beim Fahren überhaupt nicht möglich.

Notwendige Haltung beim Rennfahren.

Kann man für den sportlichen Betrieb schnellsten Fahrens tiefstehende Lenkgriffe und vornübergebeugte Haltung als ein notwendiges Übel noch gelten lassen, — ein Unding ist es sicherlich, solche Maschinen auch zum tagtäglichen Gebrauch zu be-

Fig. 545. Ein Rennfahrer (der Neger „Major" Taylor).

nutzen. Leider sind es gerade die jugendlichen Radfahrer, welche, auch wenn sie mit sportlichem Rennfahren gar nichts zu tun haben, in der Benutzung sportmäßiger Rennmaschinen eine gewisse Schneidigkeit beweisen möchten und daher so vielfach durch ihre schlechte Haltung, ihren „Katzenbuckel", auf öffentlichen Wegen nur ein Zerrbild

einer gesunden schönen Leibesübung liefern. Diese Rennmaschinen und die schlechte krumme Haltung gehören allenfalls auf den Sportplatz, aber nicht auf die Straße. Da bei uns das weibliche Geschlecht erfreulicherweise noch nicht an Radrennen teilnimmt und jene üble Renommisterei bei den Radfahrerinnen noch nicht eingerissen ist, so zeichnen sich unsere radelnden Mädchen und Frauen meistens durch gute Haltung auf dem Rade vorteilhaft aus.

Vornüberneigen des Rumpfes.

Eine andere fehlerhafte Haltung, die lediglich durch falsche und zwar ebenfalls zu tiefe Stellung der Lenkgriffe (oder zu hohen Sattel) bewirkt wird, ist das Vornüberneigen des in sich gestreckten Rumpfes im Hüftgelenk. Indem der Rumpf mit seinem Schwergewicht nicht etwa gerade auf dem Sattel getragen wird, so daß sein Schwerpunkt im Sattelsitz unterstützt wird, sondern sich nach vorne neigt, wird das Rumpfgewicht von den Armen aufgenommen, welche an die zu tief stehende Lenkstange greifen, und lastet auf diesen. Diese fehlerhafte Haltung hat zur Folge, daß der Damm stark gegen die Sattelspitze angepreßt wird, und die Geschlechtsteile hier einen starken Druck, selbst Quetschung erfahren können. Vor allem aber werden die Arm- und Handmuskeln unnötig angestrengt. Während bei guter aufrechter Haltung die Hände nur ganz lose, zu leichter Lenkung der Lenkgriffe, diesen aufliegen sollen, haben nunmehr die Arm- und Handmuskeln, unter stetiger Zusammenziehung, die Rumpflast dauernd zu stützen. Dabei werden den zusammengezogenen Muskeln in einem fort die zitternden Stöße der rollenden Maschine mitgeteilt. Alles dies bewirkt Ermüdungserscheinungen in den Armen und Händen. Die Hände bleiben nach der Fahrt noch eine geraume Weile kraftlos und zittrig.

Nicht nur Gründe der Schönheit, sondern wichtige gesundheitliche Gesichtspunkte sind es, welche beim Radfahren eine gute Haltung erfordern. Vor allem ist hierauf bei der Jugend zu achten, soll anders das Radfahren nicht mehr Schaden als Nutzen stiften. Die Jugend vor den Entwicklungsjahren, wo das Knochenwachstum noch in vollem Gange ist und die Knochen noch weich und biegsam sind, so daß Haltungsfehler leicht Wachstumsstörungen und dauernde Verbildung zur Folge haben, gehört überhaupt nicht aufs Fahrrad. Die Nachteile überwiegen hier weitaus die Vorteile.

Radfahren in früher Jugend.

§ 348. Die Bewegung und Arbeit beim Radfahren.

Die eigentliche Bewegung beim Radfahren besteht in dem Runddrehen des Kurbelrades mittels der auf die Kurbeln oder Pedale aufgesetzten Füße. Die Fußballen beschreiben also mit den Pedalen eine Kreisbewegung; die Pedale sind an den Endpunkten eines Durchmessers dieses Kreises angebracht und stehen etwa 30 cm auseinander. Wenn das eine der Pedale seinen höchsten Stand erreicht hat, so befindet sich das ihm mit der Fußspitze aufstehende Bein im höchsten Grad der Beugung. Dabei steht der Oberschenkel nahezu horizontal, und der Beugungswinkel im Hüftgelenk beträgt ungefähr einen rechten Winkel, während der Beugungswinkel im Kniegelenk spitzer ist. Dieses Bein, welches also im Begriffe steht, durch seine Streckung das Pedal, dem es aufruht, vom höchsten Stand hinabzudrücken in den tiefsten Stand, nennen wir das Arbeitsbein, und das zu Anfang dieser Bewegung in ziemlich gestreckter Haltung dem unteren Pedal aufruhende Bein: das Lastbein. Es geht, während das Arbeitsbein durch Streckung hinabtritt, passiv auf seinem Pedal wieder herauf. Der Streckung des Arbeitsbeins entspricht stets die Beugung des Lastbeins: beide Beine befinden sich beim Kurbeltreten im ununterbrochenen Fluß der Bewegung. Das herabtretende Arbeitsbein hat also neben seiner eigentlichen Arbeit:

Drehung des Kurbel- oder Kettenrads noch die zu leisten, das Lastbein zu heben und den durch dessen Eigenschwere der Aufwärtsbewegung des unteren und hinteren Pedals entgegenstehenden Druck zu überwinden. Im wesentlichen entfällt von den Streckmuskeln der Beine die Arbeit des Radfahrens auf den großen vierköpfigen Schenkelstrecker. Der große Gesäßmuskel ist, da die wirksame Arbeit des Herabtretens auf der Streckung des Kniegelenks beruht, der die Streckung im Hüftgelenk nur passiv folgt, so gut wie gar nicht beteiligt. Dagegen sind mit wirksam die Senker oder Strecker des Fußes (langer Großzeh- und Zehenbeuger; langer Wadenbeinmuskel usw.) und zwar gemeinsam mit dem großen Wadenmuskel in um so größerem Umfange, je mehr die Pedalarbeit auch im Fußgelenk erfolgt.

Entgegengesetzt dieser Arbeit ist die Bremsarbeit des Gegentretens, welche beim Fahren eine abwärts geneigte Ebene hinunter nötig wird. Da das Rad hierbei vermöge der Schwerwirkung von selbst in eine immer mehr beschleunigte Bewegung nach vorwärts gerät, so muß der Fußdruck dem Aufwärtssteigen der Kurbel einen kräftigen Widerstand entgegensetzen und die rapid zunehmende Geschwindigkeit des abwärts rollenden Rades durch diese hemmende Gegenarbeit in eine stetige und mäßige verwandeln. Die Streckmuskeln verrichten hier eine allmählich in der Kraft der Zusammenziehung nachlassende Hemmungsarbeit, ähnlich der, welche wir früher bei der Gegenwirkung der Muskeln gegen den Einfluß der Schwerkraft kennen gelernt haben.

Gleichgewichtserhaltung.

Zur Kurbeldrehung des Tretrades kommt nun noch als Muskelarbeit hinzu die Gleichgewichtserhaltung des Körpers auf der schmalen, den Erdboden nur mit zwei Punkten des Umkreises des Vorder- wie des Hinterrads berührenden Maschine. Diese Gleichgewichtserhaltung muß vom Anfänger mühsam erlernt werden. Heftige Muskelschmerzen im Kreuz und in den Lenden belehren ihn, wie angestrengt seine Rückenmuskeln in erster Linie sich zusammenziehen mußten, um das Gleichgewicht auf dem schwankenden Rade zu erhalten. Erst wenn das Treten sicher erlernt ist und glatt und gleichmäßig erfolgt, entfällt jene krampfhafte Anstrengung der das Gleichgewicht erhaltenden Muskeln von selbst: Das Balancieren des Körpers mit dem Rade als Ganzes wird einfach durch die wechselnde Arbeit der Beine beim Pedaltreten bewirkt. Dem fertigen Radfahrer kommt daher diese Gleichgewichtserhaltung als solche gar nicht mehr zum Bewußtsein. — Außer dieser Gleichgewichtserhaltung des mit dem Körper belasteten Rades hat der Radfahrer aber noch eine andere Art der Erhaltung des Gleichgewichts zu bewirken: Das ist das Balancieren und Aufrechterhalten des Rumpfes auf dem Sattel. Dazu gehört Muskelspannung und -zusammenziehung wie bei jeder langdauernden Sitzarbeit und es bleiben darum nach längeren Dauerfahrten dem Radfahrer Ermüdungserscheinungen in den Rückenmuskeln — Schmerz und lahmes Gefühl in der Kreuzgegend — nicht erspart.

Arm- und Handmuskeln.

Die Muskeln der Arme und Hände werden beim Radfahrer — abgesehen von dem ungeübten Neuling und abgesehen von Radfahrern mit der ebenerwähnten schlechten Haltung — nur in ganz geringem Grade und zwar zur Lenkung des Rades in Anspruch genommen.

Übersetzung.

Der Umfang der Arbeit beim Radfahren gestaltet sich verschieden je nach der sogen. Übersetzung des Rades. Unter Übersetzung verstehen wir eine Verhältnisziffer, nach welcher sich der Weg, den das Rad bei einer Kurbeldrehung zurücklegt, sofort und leicht berechnen läßt. Je nach der Bauart des Rades ist dieser Weg ein verschiedener. Das durch die Tretkurbeln in Umdrehung gebrachte Kettenrad greift mit seinen Zähnen in die Glieder der Kette ein; die Kette überträgt die ihr so erteilte Bewegung auf die Zähne der Hinterradnabe und damit auf das Hinterrad selbst. Je größer nun die Zahl der Zähne des Kettenrades in Vergleich zur Zahl

der Zähne der Hinterradnabe, und je größer außerdem der Durchmesser des Hinterrades, um so größer ist die Übersetzung, d. h. einen um so größeren Weg legt das Rad bei einer Kurbeldrehung zurück. Wir nennen diesen Weg die Abwicklung oder Entfaltung des Rades. — Die allgemein übliche Berechnung und ziffernmäßige Bestimmung der Übersetzung geschieht nach englischen Zollen. Nehmen wir z. B. ein Rad, dessen Durchmesser — es ist dies das häufigst angewandte Maß — 28 engl. Zoll = 71,12 cm beträgt und an dessen Nabe ein Zahnkranz von 8 Zähnen sich befindet. Steht dieser Zahnkranz durch eine gegliederte Kette ohne Ende in Verbindung mit einem anderen Rad (dem Kettenrad), an dessen Umkreis sich 16 in die Glieder der Kette eingreifende Zähne befinden, so wird eine Umdrehung dieses 16zähnigen Kettenrades durch die Übertragung mittels der Gliederkette die nur mit 8 Zähnen versehene Hinterradnabe und damit das Hinterrad selbst zweimal umdrehen machen. Der Weg, den das Rad dabei auf dem Boden zurücklegt, ist derselbe, als ob ein Rad mit doppelt so großem Durchmesser, also von 56 Zoll, eine einzige Umdrehung gemacht habe. Es wird daher die Übersetzung bei einem Rade, welches in der angegebenen Weise gebaut ist, mit 56 bezeichnet. Der wirkliche Weg, welchen bei einer Kurbelumdrehung das Rad zurücklegt, berechnet sich einfach nach der Formel $2 r \cdot \pi$, beträgt hier also:

Abwicklung oder Entfaltung.

Berechnung der Abwicklung.

$$56 \times 3{,}1416 = 175{,}93 \text{ engl. Zoll} = 4{,}46 \text{ m.}$$

Auf 1 Kilometer Wegstrecke würden somit bei dieser Übersetzung von 56 $\frac{1000}{4,46}$ = 224 Umdrehungen des Kurbelrads gemacht werden müssen.

Setzen wir noch einige andere gebräuchliche Umsetzungen bei Fahrrädern mit Block- oder einzölliger Rollenkette und mit einem Durchmesser des Hinterrads von 28 Zoll hierher.

Übersetzung in engl. Zoll	Zahl der Zähne: Kettenrad (Tretkurbelachse)	Zahl der Zähne: Hinterradnabe	Zurückgelegter Weg bei einer Kurbeldrehung	Kurbeldrehungen auf 1 km Weg
60	15	7	4,80 m	208,3
70	20	8	5,60 „	160,7
80	20	7	6,40 „	156,2
92	23	7	7,36 „	135,8
100	25	7	8,00 „	125

Ist sonach bei einer hohen Übersetzung eine geringere Zahl von Kurbelumdrehungen zur Zurücklegung ein Weges nötig, so erfordert dafür jede Kurbelumdrehung einen um so größeren Kraftaufwand. Der Vorteil sehr hoher Übersetzungen ist daher nur ein scheinbarer: Die starke Anstrengung, welche jeder Kurbeltritt dabei erfordert, führt sehr schnell zur Ermüdung und zum Versagen der Beinmuskulatur. Namentlich wächst die Arbeit ganz ungemein und wird zur Überanstrengung, sowie die befahrene Straße etwas bergan steigt. So würde bei 3% Steigung auf eine Kurbeldrehung bei einem Rade mit Übersetzung 60 und bei einem Gewicht des Fahrers und des Rades von zusammen 80 kg eine Steigarbeit von 11,5 mkg entfallen, bei einer Übersetzung von 92 aber jedesmal eine Steigarbeit von 17,6 mkg! Dies auch der Grund, weshalb für Tourenfahrten auch Räder gefertigt werden, welche beim Berganfahren auf eine besondere niedrige Übersetzung umgestellt werden können.

In ähnlichem Maße wie beim Berganfahren steigt die Arbeit bei jeder Kurbelumdrehung (für das Fahren in der Ebene hat Bourly sie im Mittel auf 20 kg beim Erwachsenen bestimmt) durch entgegenstehenden Winddruck, so daß auch hier bei hoher Übersetzung die Anstrengung schnell zur Überanstrengung steigt.

Günstigste Übersetzung des Rades.

Bei der Wahl der Übersetzung des Rades für einen Fahrer oder eine Fahrerin muß man den Grad der Übung und der Muskelkraft in Betracht ziehen, vor allem aber auch die Verschiedenheit der Verhältnisse, wie sie zwischen dem Fahren auf dem glatten Boden der geschlossenen Fahrradbahn und dem Fahren draußen im Freien besteht. Die allseitige Erfahrung hat aber längst gelehrt, daß die zweckmäßigsten Übersetzungen für Anfänger 60—70" (bei Schwächlingen sind noch niedrigere zu nehmen!) sind und daß man bei erlangter größerer Übung und Kraft auf Übersetzungen von 70—80" steigen mag. Über eine Übersetzung von 84" soll auch ein geübter kräftiger Fahrer nicht hinausgehen, wenn anders er auch für längere Fahrten leistungsfähig bleiben will.

§ 349. Die Arbeitsgröße beim Radfahren.

Die Arbeitsgröße beim Radfahren.

Die Arbeitsgröße des Radfahrens hängt von einer Reihe von Umständen ab. Zunächst von der Beschaffenheit des Rades selbst. Ist die Mechanik des Rades eine gute, und ist das Rad gut gehalten und gereinigt, so können die Widerstände und Reibungen in den einzelnen Teilen der Maschine verschwindend gering werden. Es wird daher bei einem guten Rad kein besonderer Aufwand von Muskelkraft zur Überwindung von Widerständen nötig sein, die in der Maschine selbst liegen. Anders liegt natürlich die Sache bei einem schlecht gebauten und verschmutzten Rad. Hier wachsen die Widerstände in den Achsen der Räder, der Kettenübertragung usw. bei einer längeren Fahrt zu einer großen Summe von Hemmungen an, deren Überwindung einen oft nicht unbeträchtlichen Teil der Muskelarbeit für sich in Anspruch nimmt.

Reibungswiderstände in der Maschine.

Ebenso wird das Arbeitsmaß beeinflußt, und zwar unter Umständen erheblich beeinflußt, durch die Reibung der Radreifen am Erdboden. Am geringsten ist diese Reibung und am leichtesten wird die Fahrt bei hartem, trockenem und genau ebenem Boden. Daher der Asphalt- oder Zementbelag der Radfahrbahnen. Ist solcher Boden naß und schlüpfrig, so fährt sich zwar ungemein leicht, aber die Gleichgewichtserhaltung wird auch schwieriger. Das Asphaltpflaster unserer Großstädte bringt bei Regenwetter manchen Radfahrer zu Sturz. — Die Reibung am Erdboden wird vermehrt bei zunehmender Rauhigkeit des Bodens. Vor allem aber wächst sie stark an, durch Vergrößerung der Berührungsflächen, bei nachgiebigem Boden. Über durchweichten einsinkenden Boden, über losen Sand oder lockeren Schnee zu fahren, steigert die Widerstände derart, daß das Fortkommen mit dem Rad zu einer Anstrengung wird, die unter Umständen die Kräfte des Fahrers übersteigt, ihn zwingt abzusitzen und seine Maschine bescheidentlich neben sich zu führen.

Reibung der Räder gegen den Boden.

Stark wechselt, wie wir oben sahen, die Arbeitsgröße, wenn der befahrene Weg nicht horizontal liegt, sondern auf- oder absteigt. Ist der Weg nach abwärts geneigt, so rollt infolge der Schwerwirkung die Maschine von selbst bergab, mit immer mehr beschleunigter Geschwindigkeit, die schließlich gefährlich wird und dem Radfahrer die Herrschaft über sein Fahrzeug benimmt, wenn sie nicht durch Bremsen und Gegentreten gemäßigt wird.

Auf- und absteigender Weg.

Umgekehrt verhält sich die Sache bei ansteigendem Wege bergauf. Hier kommt zu der horizontalen Fortbewegung des Körpers dessen Aufwärtstragen in senk-

Arbeit beim Berganfahren.

rechter Richtung hinzu, und steigert bei der Schnelligkeit der Fahrt die Summe der aufzuwendenden Arbeit in kurzer Zeit auf ein sehr hohes Maß.

Luftwiderstand.

Des weiteren wird, schon bei ruhiger Luft, die Arbeitsgröße beim Fahren stark beeinflußt durch den Widerstand der Luft. Dieser Widerstand nimmt beim Fahren mit einer Geschwindigkeit von nur 9 km in der Stunde 6%, bis 15 km 16% bei 21 km Stundengeschwindigkeit aber bereits 26% des Gesamtaufwandes an Arbeit in Anspruch.

Fig. 546 und 547. Richtung der Atmung durch die Nase bei entgegenstehendem Winddruck. Die Pfeile W geben die Richtung des Winddrucks, E gibt die Richtung der Einatmung, A die der Ausatmung an. In Fig. 546 wird der Kopf aufrecht getragen, der Ausatmungsstrom bewegt sich senkrecht gegen den Winddruck; in Fig. 547 ist der Kopf stark geneigt, der Ausatmungsstrom A ist gleichsinnig mit der Windrichtung, ist mithin wesentlich erleichtert.

Winddruck.

Die Verhältnisse gestalten sich aber verschieden bei bewegter Luft unter dem Einfluß des Winddruckes. Je geringer die Reibungswiderstände in den Achsenlagern der Maschine und vor allem zwischen Radreifen und Erdboden sind, um so größer wird natürlich der Einfluß sein, welchen die Luftbewegung auf den Gang der Maschine ausübt. Der auf dem Rad befindliche Fahrer bietet mit seinem Körper dem Winddruck eine nicht unerhebliche Angriffsfläche dar. Wird mit dem Winde gefahren, so wird die Arbeit des Fahrens unter Umständen stark erleichtert. Wird dagegen entgegen der Windrichtung gefahren, so wird das Fahren mit wachsender Windstärke in wachsendem Grade erschwert, und die aufgewendete Arbeit muß entsprechend gesteigert werden. Und zwar in solchem Grade, daß bei sehr heftigem Wind

Fig. 548 und 549. Einatmung durch die Nase, Ausatmung durch den Mund bei entgegenstehendem starken Winddruck. W Richtung des Winddrucks, E der Ein-, A der Ausatmung. In Fig. 558 wird der Kopf aufrecht getragen, die Ausatmung A durch den Mund ist direkt gegen den starken Winddruck gerichtet, also außerordentlich erschwert. In Fig. 549 fängt der Scheitel des Kopfes den Winddruck auf, die Nase zerteilt den Luftstrom vor dem Munde, so daß die Ausatmung nach unten und hinten ungestört vor sich gehen kann.

der Einfluß des Winddruckes stärker wird als die Muskelkraft des Fahrers, d. h. daß die Fahrt unterbrochen werden muß, weil ein Fortkommen in der Richtung gegen den Wind nicht mehr möglich ist. Auch bei seitlichem Winddruck gilt es stärkere Muskelarbeit aufzuwenden, um trotz des Seitendruckes die Fahrtrichtung beibehalten zu können.

Atmung bei Winddruck.

Bei entgegenstehendem Winde sucht der Radfahrer durch Vornüberneigen des Körpers die Angriffsfläche für den Winddruck nach Möglichkeit zu verringern. Ebenso zwingt ihn die Notwendigkeit, regelmäßig und tief zu atmen, zu einer Senkung des Kopfes. Denn der starke Druck der gegen die Gesichtsfläche anprallenden Luft (bei schnellstem Fahren in ruhender Luft liegen diese Verhältnisse genau so wie bei langsamem Fahren gegen den Wind) erschwert in hohem Grade die Ausatmung. In geringerem Grade ist dies der Fall, wenn sowohl die Ein- wie die Ausatmung durch die Nase bewirkt wird, da bei aufrecht gehaltenem Kopfe die Richtung der Ausatmung durch die Nase senkrecht nach unten geht. Wird das Haupt gesenkt, so nähert sich die Richtung des Ausatmungsstromes immer mehr der Richtung des Luft- und Winddruckes, d. h. die Ausatmung wird wesentlich erleichtert. Nun ist aber, wie früher bereits beim Lauf besprochen, bei heftigen Schnelligkeitsübungen es nicht jedem möglich, die stark gesteigerte Ein- wie die Ausatmung lediglich durch die Nase zu bewirken; es muß die Atmung durch den Mund zu Hilfe genommen werden, und zwar beim Akt der Ausatmung. Denn mit offenem Munde gegen den Winddruck schnell zu fahren und so einzuatmen, muß unter allen Umständen zur Schonung der Halsorgane sowohl wie der Elastizität des Lungengewebes unbedingt vermieden werden. Weniger bedenklich wird dagegen die Ausatmung durch den Mund sein, wenigstens bei mäßiger Fahrgeschwindigkeit und beim Fehlen entgegenstehenden Winddruckes. Anders wenn die Fahrgeschwindigkeit eine sehr große, oder wenn gegen den Wind gefahren werden muß. Hier muß der Kopf soweit gesenkt werden, daß sein Scheitel, gegen den Luftdruck gerichtet, diesen gewissermaßen bricht und zerteilt, um an den rückwärts gelegenen Ein- und Ausgangspforten der Atmung, der Nase und dem Mund freies Spiel der Atmung zu ermöglichen.

Vorschrift für die Atmung beim Radfahren.

Es ergibt sich also für die Art der Atmung beim Radfahren die Vorschrift, daß bei mäßiger Fahrt, wenn eben möglich, nur durch die Nase eingeatmet wird. Bei sehr schneller Fahrt oder bei Fahrt gegen den Wind ist der Kopf nach vorne zu senken, um den Atemgang dem Einfluß des Luftwiderstandes und Luftdruckes möglichst zu entziehen. Dies wird besonders notwendig, wenn die Enge des Luftweges durch die Nase den genügenden Luftwechsel mittels der Atmung, die bei der Fahrt ungemein gesteigert wird, nicht mehr gestattet. Es muß dann die Mundatmung zu Hilfe genommen werden, und zwar die Ausatmung durch den Mund, die unbehindert nur in der senkrechten Richtung nach unten erfolgt. Der Rat Tissiés, beim Radfahren „durch die Nase einzuatmen, durch den Mund auszuatmen", wird also nur für die eben gedachten Ausnahmefälle zu empfehlen sein. —

Fassen wir alles Gesagte zusammen, so ergibt sich, daß die Arbeitsgröße beim Radfahren je nach den Widerständen in der Mechanik des Rades selbst, je nach der Beschaffenheit des Bodens, und je nach der Neigung der Bodenfläche, und endlich je nach der Richtung und Stärke des Winddrucks eine sehr wechselnde ist. Sie ist aber auch unter den günstigsten Verhältnissen — ebener harter Boden, ruhige Luft, tadellos gearbeitetes Rad — eine immerhin recht bedeutende. Es liegen eine Reihe von Angaben hierüber vor, von denen zunächst die von Rankine genannt sei, der mit seiner Berechnung des Reibungswiderstandes die Arbeit des Radfahrers der gleich stellte, als ob er sich und sein Rad auf die Höhe von $^1/_{50}$ der in der Ebene durchfahrenen Strecke höbe. Nun wird aber nur beim langsamen Fahren der Reibungs-

widerstand besonders bestimmend für die Arbeit des Radfahrers; bei schnellem und schnellstem Fahren aber fällt in steigendem Grade der Luftwiderstand ins Gewicht.

Schon früher angeführt sind die Untersuchungen von L. Zuntz, welcher das Maß der geleisteten Muskelarbeit in Meterkilogrammen nach dem Sauerstoffverbrauch unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Kohlensäureausscheidung bestimmte. L. Zuntz fand, daß beim Radfahren der Energieverbrauch für 1 m Wegstrecke betrug:

1. Langsames Fahren
   (9 km in der Stunde) für 1 m Weg: 20,289 cal = 8,643 mkg
2. Mittleres Fahren
   (15 mk in der Stunde) für 1 m Weg: 20,843 cal = 8,846 mkg
   (Zuwachs gegen 1 : 2,51 %)
3. Schnelles Fahren
   (21 km in der Stunde) für 1 m Weg: 25,937 cal = 11,023 mkg
   (Zuwachs gegen 2 : 24,62 %)

Diese aus zahlreichen Versuchen gewonnene Aufstellung zeigt, daß bei Leistungen, die noch als mittlere zu bezeichnen sind, mit zunehmender Geschwindigkeit die aufzuwendende Energie nur in entsprechend mäßigem Grade ansteigt, daß aber der Verbrauch sehr schnell und unverhältnismäßig anwächst, sobald die Schnelligkeit der Bewegung über eine gewisse Leistungshöhe – je nach dem Grad der Übung und Gewöhnung wird ihre Grenze etwas verschieden liegen – hinausgeht. Dasselbe sahen wir oben schon bei Betrachtung des Arbeitsaufwandes beim Gehen. Die dort angeführten Gründe treffen auch für das Radfahren zu.

Vergleichen wir nun die angegebenen Energiewerte für verschiedene Radfahrgeschwindigkeiten mit solchen, die beim Gehen in verschiedenem Zeitmaß von L. Zuntz gefunden sind. Es sind dies:

1. Ganz langsames Gehen
   (3,6 km in der Stunde) für 1 m Weg: 40,298 cal = 17,127 mkg
2. Mittlerer Wanderschritt
   (6 km in der Stunde) für 1 m Weg: 47,206 cal = 20,062 mkg
   (Zuwachs gegen 1 : 17,2 %)
3. Überschnelles Gehen
   (8,6 km in der Stunde) für 1 m Weg: 78,567 cal = 33,391 mkg
   (Zuwachs gegen 2 : 66,43 %)

Vergleichen wir die mittleren Ziffern als den Ausdruck der meist üblichen Leistungen:

Gehen:	1 km in 10 Min.	mit	einem	Aufwand	von	47 206 cal
Radfahren:	1 „ „ 4 „	„	„	„	„	20843 cal.

So ergibt sich: der Radfahrer braucht für dieselbe Entfernung noch nicht die Hälfte an Zeit und nicht die Hälfte an Kraft. Die Entfernungen schrumpfen für ihn auf die Hälfte zusammen.

Anders stellt sich die Sache, wenn wir den Vergleich hinsichtlich der Dauerarbeit anstellen, und den Kraftaufwand während einer Stunde in Rechnung ziehen.

Hier ergibt sich:

			calorien:	in einer Stunde: Energieaufwand:	Mech. Nutzeffekt:
Radfahren:	1.	8,9 km	150,552	79 794 mkg	25 598 mkg
	2.	15 „	314,280	133 569 „	44 523 „
	3.	21,3 „	552,458	234 794 „	78 264 „
Gehen:	1.	3,6 „	145,075	61 656 „	20 552 „
	2.	6 „	283,234	120 374 „	40 093 „
	3.	8,6 „	675,574	287 061 „	95 687 „

Lassen wir auch hier den Bummelschritt von 3,6 km in der Stunde ebenso außer acht, wie das für den nicht eigens Geübten gänzlich überhastete und überanstrengende Schnellgehen von 8,6 km, so sehen wir, daß bei dem munteren Wanderschritt von 10 Minuten über den Kilometer eine Stunde Gehen einen geringeren Kraftaufwand bedingt, als wie eine Stunde Radfahren mit der doch ganz mittleren Schnelligkeit von 15 km in der Stunde (im ersteren Fall 120 374 mkg, im letzteren 133 569 mkg Energieaufwand). Über eine Reihe von Stunden, z. B. fünf Stunden, fortgesetzt, würde der Unterschied zugunsten des Wanderers bereits

65 975 mkg an Energieaufwand
und 22 000 mkg an mech. Nutzeffekt

betragen.

Dies Ergebnis entspricht nicht dem Empfinden des Radfahrers. Ein solcher wird sicher annehmen, zu einer Stunde Radfahrt weniger Arbeit benötigt zu haben als zu einer Stunde Marschierens. Das Anstrengungsgefühl beim Radfahren ist ein geringeres — und zweifellos liegt es darin begründet, daß bei keiner Leibesübung so leicht gefahrbringende Überanstrengung sich einstellt. Denn die zeitig sich einstellende Empfindung beginnender Überanstrengung ist das beste Schutzmittel eben gegen das Übermaß von Anstrengung.

§ 350. Körperliche Einwirkungen des Radfahrens.

Körperliche Einwirkungen des Radfahrens.

Die körperlichen Einwirkungen des Radfahrens sind mit denen der anderen Schnelligkeits- und Dauerübungen darin gleicher Art, daß die örtlichen Ermüdungserscheinungen in den arbeitenden Muskeln im Verhältnis zu den erreichten, oft außerordentlich großen Arbeitssummen geringfügig sind und zurücktreten gegenüber der Beeinflussung der Atmung, der Herzarbeit und des Stoffwechsels. Diese Beeinflussung tritt ihrerseits wieder verschieden hervor je nach dem Umfang der in einer bestimmten Zeitdauer geleisteten Muskelarbeit.

Einfluß auf die Atmung.

Was zunächst die Atmung betrifft, so wächst schon bei mäßig schnellem Radfahren sowohl die Zahl der Atemzüge in der Minute, als auch der Umfang jedes Atemzuges selbst nach allen Durchmessern der Lunge. So zeigte L. Zuntz, daß ein Radfahrer, der ein Zeitmaß von 15 Kilometern in der Stunde fährt, in der Minute 5 Liter Luft mehr ausatmet als in gleicher Zeit der Wanderer, der im Zeitmaß von 6 Kilometern in der Stunde ausschreitet. Bei guter Haltung auf dem Rade, welche auch die oberen Lungenabschnitte ausgiebig an der gesteigerten Atemtätigkeit mit beteiligt und nach keiner Richtung hin die volle Entfaltung der Lungen hindert, stellt daher ein gleichmäßiges ruhiges, über längere Strecken fortgesetztes Radfahren eine treffliche Atemübung dar. Die Steigerung der Atemtätigkeit erfolgt rein automatisch in voller Regelmäßigkeit. Anders wenn das Radfahren bis zur Höchst-

leistung in bezug auf Schnelligkeit gesteigert wird, also bei schnellstem Wettfahren, bei schnellem Bergauffahren, bei starker Arbeit gegen den Winddruck. Hier steigert sich mit dem Anwachsen der gesamten Arbeitsgröße in der Zeiteinheit auch die Atemarbeit schnell bis zu beginnender Atemerschöpfung, die sich in unregelmäßigem

Fig. 550. Mit dem Pneumographen von Marey aufgenommene Kurven der Atembewegung vor und nach einer Radfahrt über 20 Kilometer. Die obere Kurve I zeigt die Größe der normalen Atembewegungen vor der Fahrt. Die Kurve II zeigt, wie die Atembewegungen sowohl nach Zahl (44 in der Minute) wie vor allem nach Tiefe gesteigert sind. — Die aufsteigende Linie der Kurve entspricht jedesmal der Ein-, die absteigende nach Erreichung des Gipfels der Ausatmung.

Atemgang, schnappenden kurzen Einatmungen und sonstigen Erscheinungen der Atemnot und der Blutüberfüllung in den Lungen äußert. Im ganzen ist es indes unzweifelhaft, daß auch bei schnellstem Radfahren die Ermüdung der Atmungsorgane nicht so leicht und so oft in die Erscheinung tritt wie bei schnellstem Lauf und bei schnellstem Rudern.

Fig. 551. Unregelmäßige Atmung und Atemerschöpfung nach einer Rennfahrt, die ein noch Ungeübter auf dem Dreirad unternommen. A Atemkurve vor der Fahrt. B Atemnot nach Zurücklegung von 1250 Metern. B I unmittelbar nach Unterbrechung der Fahrt, B II 2 Minuten 10 Sekunden später aufgenommen. — Der Unterschied zwischen der flachen Atmung in der Ruhe, und den ganz unregelmäßigen umfangreichen Atemzügen als Ausdruck der Atemnot ist ein außerordentlich sinnfälliger. — Nach Tissié (L'hygiène du vélocipédiste).

Einfluß auf die Herztätigkeit.

Stärker tritt dagegen beim Radfahren der Einfluß auf die Herzarbeit hervor. Es wächst der Umfang der Herzarbeit unter erheblicher **Steigerung** der **Pulsziffer**, und diese Vermehrung der Herztätigkeit vollzieht sich unter schwierigen Verhältnissen, indem auch der **Blutdruck** ein größerer wird. Erst nach einer ge-

wissen Fortdauer erweitern sich die Blutgefäße in den arbeitenden Muskeln und weiter auch in der Haut: unter oft recht starkem Schweißausbruch tritt dann ein langsames Absinken des Blutdruckes und damit Erleichterung ein. Wir haben diese Erscheinung schon beim Schnellrudern besprochen — nur daß hier, wo der Umfang der an der Bewegung beteiligten Muskeln ein viel größerer ist als beim Radfahren, auch diese erleichternde Gefäßerweiterung und das Sinken des Blutdruckes sich eher einstellt. Mit dem Zurückgehen des Blutdruckes tritt auch eine Beruhigung in der Häufigkeit der Herzzusammenziehungen ein: die Pulsziffer, welche namentlich bei anstrengendem Radfahren bis auf 200—250 Pulsschläge in der Minute anwachsen kann, ähnlich wie auch bei anderen Schnelligkeitsübungen, beginnt wieder zu sinken.

Fig. 552.
Einfluß einer Radfahrt mit zum Teil ansteigendem Weg auf die Pulszahl bei einem gesunden jungen Manne.

Lehrreich ist folgende Beobachtung von Mendelssohn (Fig. 552): die Pulsziffer der Versuchsperson vor der einstündigen über 20 Kilometer gehenden Fahrt betrug 68. Nach einer halben Stunde Radfahren war die Ziffer um das Doppelte, auf 152, gestiegen. Sie fiel beim Weiterfahren allmählich unter 100, um bei ansteigendem Wege durch die gesteigerte Anstrengung auf 150 wieder anzuwachsen. Nach halbstündiger Pause, wobei der Puls auf 105 herabgegangen war, wird die Fahrt wieder aufgenommen. In 10 Minuten ist der Puls wieder auf 138 gestiegen, um nun — Sinken des Blutdruckes und beginnende Herzermüdung — bis auf 70 herabzugehen. Sowie der Weg aber ein ansteigender wird, und ein größeres Maß von Energie wieder eingesetzt werden muß, schnellt auch die Pulsziffer wieder in die Höhe, bis auf 140. Bemerkenswert ist, daß in der Ruhe nach drei Stunden die Pulszahl noch 98, nach siebenstündiger Ruhe noch 90, nach zehnstündiger Ruhe noch 80 betrug. Dies stimmt mit anderen Beobachtungen, wobei nach Radfahrten die vermehrte Herz-

tätigkeit nur sehr langsam auf die Norm zurückging. So zählte Villaret bei einem Radfahrer, der von Berlin nach Brandenburg (61 Kilometer) gefahren war, noch nach 3 Stunden der Ruhe 200 Pulsschläge.

Überanstrengung des Herzens.

Bei sehr angestrengtem Radfahren (Rennfahren, ausgedehntes Dauerfahren in überschnellem Zeitmaß, schnelles Berganfahren, Fahren gegen stärkeren Winddruck) wird die Herzarbeit leicht bis zu Erscheinungen der Übermüdung des Herzens gesteigert. Es kann Herzerweiterung eintreten, entweder vorübergehender Art, wie wir sie oben kennen gelernt, oder auch bleibend. Auch andere Störungen der Herztätigkeit, aussetzender kleiner Puls, lästiges Herzklopfen, Beklemmungserscheinungen, selbst Klappenfehler hat man nach Radfahren eintreten sehen, Störungen, die zum Teil dauernd verblieben. Das Entstehen solcher Schädigungen infolge von Überanstrengung, namentlich beim Berganfahren wird eben durch den Umstand erleichtert, daß die schützende Empfindung der Überanstrengung beim Radfahren so außerordentlich gering ist. Es liegt tatsächlich eine Reihe von Fällen vor, in denen beim Radfahren durch Herzüberanstrengung plötzlicher Tod eintrat. Bei den meisten dieser

Unglücksfälle beim Radfahren.

Fig. 553. Pulskurven eines 44jährigen fettleibigen Mannes bei mäßigem Radfahren. — I im Ruhezustand vor der Fahrt, II unmittelbar nach der Fahrt, III sechs Stunden nach der Fahrt aufgenommen. — Nach Prof. Kisch.

Unglücksfälle handelt es sich doch wohl nur um Leute, deren Herz nicht gesund und daher der Anstrengung nicht gewachsen war. Für mehrere dieser Verunglückungen ist das ausdrücklich festgestellt. Es verdient andererseits hervorgehoben zu werden, daß, ähnlich wie beim Bergsteigen, ein sehr *mäßiges*, gut bewachtes Radfahren durch die Steigerung der Arbeit eine wohltätige Übung selbst für den geschwächten, fettumwachsenen Herzmuskel zu bedeuten vermag und daß Störungen des Kreislaufes so gebessert und beseitigt werden konnten. —

Einfluß des Radfahrens auf den Stoffwechsel.

Entsprechend der Arbeitsgröße ist auch der *Stoffumsatz* beim Radfahren ein sehr lebhafter. Es geht dies aus den oben mitgeteilten Ziffern über den Energieaufwand beim Radfahren genugsam hervor.

Harnstoffausscheidung.

Ebenso liefert die Ausscheidung des *Harnstoffes* im Harn einen Maßstab für den Umfang des Stoffwechsels und dessen Anwachsen beim Radfahren. In einem von Mendelssohn mitgeteilten Falle geht die Beobachtung über eine Fahrt von 50 Kilometern, die ein 24 jähriger Student ausführte. Die Harnstoffziffer wurde auf den Tag in 24 Stunden berechnet. Sie betrug vor der Fahrt 18,80 Gramm, stieg nach 20 Kilometer Fahrt auf 20,79, nach 30 Kilometern auf 20,93, und hatte nach 50 Kilometern 21,12 erreicht.

Zu der gesteigerten Verbrennung in den Geweben gesellt sich beim Radfahren ein starker *Schweißverlust*, und bewirkt nach längeren Radfahrten Entwässerung und Gewichtsabnahme des Körpers. So erlitt der Radfahrer Stophane, um einen

außerordentlichen Fall anzuführen, bei einer Dauerfahrt über 673,3 Kilometer in 24 Stunden einen Verlust an Körpergewicht von nicht weniger als 6,35 Kilogramm.

Der starke Stoffverlust beim Radfahren, verbunden mit der Austrocknung des Mundes, die namentlich dann sehr unangenehm sich bemerkbar macht, wenn nicht anhaltend durch die Nase geatmet wird, verursacht ein starkes Durstgefühl, sowie Gefühl von Hunger. Der Appetit des Radfahrers bei der Wanderfahrt ist ein wohlbekannter. Nur dann fehlt dieser gesunde Appetit, wenn die Fahrt dem Kräftezustand des Radfahrers gemäß eine zu anstrengende, der Radfahrer zu Dauerleistungen weder angeübt noch in entsprechender Körperverfassung war, so daß der Zustand der allgemeinen Übermüdung des Körpers eintritt.

Anregung der Darmtätigkeit.

Einfluß auf die Unterleibsorgane.

Die Art der Bewegung beim Radfahren bringt es mit sich, daß die Darmtätigkeit in einer oft recht erwünschten Weise vermehrt wird. Daß das Radfahren einmal durch Steigerung der Blutfülle und weiterhin durch mechanische Reizung mittels der Sattelspitze einen erregenden Reiz auf die Unterleibsorgane und namentlich die Geschlechtsteile ausübe, ist zwar viel behauptet worden, hat aber auch mit Recht lebhaften Widerspruch hervorgerufen. Es ist nicht richtig, daß die Beckenorgane beim Radfahren blutüberfüllt sind; weit eher ist infolge der Anregungen des Blutkreislaufes durch die rhythmischen Bewegungen der Beine das Gegenteil der Fall. Stärkere Druckwirkungen auf Damm und Harnröhre sind aber eine Folge fehlerhafter Sattelstellung und schlechten Sitzens, sind also durchaus vermeidbar.

Einfluß auf das Nervensystem.

Der Einfluß endlich des Radfahrens auf das Nervensystem ist nicht in dem Maße von erholender Art, wie dies bei anderen Schnelligkeits- und Dauerübungen, z. B. beim Wandern, Bergsteigen und Rudern der Fall ist. Denn der auf der Landstraße schnell dahinsausende Radfahrer hat unausgesetzte Aufmerksamkeit auf die Beschaffenheit des Weges, auf etwaige Hindernisse, auf entgegenkommende Fuhrwerke, Automobile usw. zu richten. Auch der sicherste Fahrer bedarf stets einer gewissen Anspannung des Nervensystemes. Die Ausspannung, welche die halbautomatischen Bewegungen dem Geiste gewähren, und ihm bei Wanderungen gestatten, sich ganz dem Naturgenuß hinzugeben, ist für den Radfahrer doch nur in beschränkterem Maße vorhanden. Wenn andererseits der Gelehrte, dessen Geist durch irgendeine größere Arbeit unausgesetzt beschäftigt ist, wenn der Geschäftsmann, der die Sorge um seine Unternehmungen stetig mit sich herumträgt, gerade deshalb das Radfahren schätzt, weil das Rad den Fahrer zwingt, seine Gedanken nur auf den Weg zu richten, so ist das bei solchen nervösen Leuten immerhin ein nicht zu verachtender Vorteil.

§ 351. Einige gesundheitliche Fragen.

Einige gesundheitliche Fragen.

Eine Frage, die heute vielfach gestellt wird, ist die: ob das Radfahren gesund sei? Das läßt sich natürlich in solcher Allgemeinheit gar nicht beantworten, denn es kommt sehr darauf an, welches Radfahren gemeint ist, und für wen es gesund sein soll.

Vom eigentlichen Rennfahren und dem Tränieren zu solchem können wir hier absehen. Die Einwirkungen dieses Sports sind genugsam erörtert und über die Gefahren, namentlich der Rennfahrten über sehr große Strecken, oder über große Zeitdauer, kann ein Zweifel nicht bestehen. Zudem handelt es sich auf diesem Gebiet immer mehr nur um Berufsfahrer, die ja wissen müssen, wofür sie ihre Haut zu Markte tragen. Es kann sich also hier nur um ein zur Wahrung von Gesundheit und Frische betriebenes mäßiges Radfahren handeln, welches sich von sportlichem, auf Höchstleistungen gerichtetem Betrieb völlig fernhält.

Radfahren in früher Jugend.

Es ist oben bereits ausgeführt, daß für das Alter vor den Entwicklungsjahren das Radfahren nicht nur mehr wie entbehrlich und das Tummeln im Spiel sowie das Turnen weit gemäßer und bekömmlicher ist, sondern daß auch in diesen Jahren, wo das Knochenwachstum noch in vollem Gange ist, gewohnheitsmäßige schlechte Haltung beim Radfahren besonders leicht sich einbürgert und dauernde Schäden nach sich zieht. Für die Entwicklungsjahre selbst bestehen weniger Bedenken gegen das Radfahren. Weitere Dauerfahrten, über eine Reihe von Tagen ausgedehnt, sind allerdings wegen ihrer angreifenden Wirkung auf den Stoffwechsel in dieser Zeit starken Wachstums durchaus zu widerraten.

Radfahren bei Erwachsenen.

Für Erwachsene ist dagegen das Radfahren, von besonderen noch zu erwähnenden Umständen abgesehen, bis zur Schwelle des Greisenalters gut bekömmlich. Selbstverständlich, daß man sich in den jugendlichen Jahren von 18—35 schon eher eine gelegentliche größere Leistung zumuten kann; darüber hinaus mögen Wanderfahrten mittleren Umfangs genügen.

Vorsicht hinsichtlich der Herztätigkeit.

Die meiste Vorsicht ist geboten in bezug auf das Herz, dessen Tätigkeit vor allem durch das Radfahren belastet wird. Unter keinen Umständen gehören wirklich Herzkranke auf das Fahrrad. Junge Leute ferner, welche einmal eine schwerere Erkrankung an Scharlach, Diphtherie oder Gelenkrheumatismus durchgemacht, haben alle Veranlassung sich von anstrengenderem Betrieb des Radfahrens fernzuhalten. Denn nicht gar so selten sind nach jenen Erkrankungen Veränderungen an den Herzklappen oder in der Herzmuskulatur übrig geblieben, welche, früher noch nicht nachweisbar, allmählich unter dem Einfluß belastender Anstrengung, wie starkes Radfahren solche darstellt, mehr in die Erscheinung treten und sich zu dauernden Schäden entwickeln können.

Es ist auch darauf hinzuweisen, daß nach Ablauf irgendeiner fieberhaften Erkrankung der Herzmuskel oft nur sehr langsam sich erholt und leicht ermüdbar bleibt, mag auch sonst der volle frühere Stand der Gesundheit anscheinend wiedererlangt sein. Daraus geht hervor, daß es verhängnisvoll werden kann, wenn Wiedergenesende sich allzufrüh wieder aufs Rad setzen und gar größere Fahrten unternehmen.

Fettherz.

Die starken Stoffumsetzungen und der heftige Schweißverlust bei Radfahrten entwässern und entfetten den Körper, falls in bezug auf Flüssigkeits- und Nahrungszufuhr in geeigneter Weise Maß gehalten wird. Sehr fettleibige schwere Menschen mindern daher durch regelmäßig betriebenes Radfahren ihr Körpergewicht oft nicht unerheblich herab und gewinnen durch Einschmelzung namentlich der zwischen den Baucheingeweiden und in den Bauchdecken angehäuften Fettmassen freieres Spiel des Zwerchfelles und leichteres Atmen. Nun ist aber bei Fettleibigen auch das Herz mehr oder weniger fettumwachsen und weniger arbeitsfähig. Wenn daher bei solchen einerseits der langsame Schwund des Fettes, in Verbindung mit der Übung des Herzens durch dessen gesteigerte Tätigkeit, das Radfahren als sehr nützlich erscheinen läßt, so liegt andererseits gerade hier der Anlaß zu besonders leicht eintretender Überarbeitung und Schädigung vor. Stauungen werden bei einem durch Fett geschwächten Herzmuskel bald zur Entstehung von Herzerweiterungen führen, Herzerschöpfung wird eher eintreten. Radfahren darf also bei Fettleibigen nur mit großer Vorsicht betrieben werden. Die Fahrt soll nicht unmittelbar der Mahlzeit und — bei gleichzeitiger Anwendung einer Entfettungskur — dem Trinken von Mineralwasser oder dem Bade folgen, sondern etwa 2 Stunden später. Als Maß der Fahrt werden etwa 8 Kilometer in der Stunde, und im ganzen nicht mehr als 20—30 Kilometer im Tage empfohlen (Kisch); Straßen, die stärker als 3 Proz. ansteigen, sind zu meiden. Ist die Fettleibigkeit verbunden mit Blutarmut, Entartungszuständen des

Herzmuskels, Herzerweiterung oder Verkalkungen der Pulsaderwände, so ist das Radfahren als gefährlich zu unterlassen.

Radfahren bei Gicht und Zuckerkrankheit.

Bestehen, wie häufig bei wohllebenden fettleibigen Herren, Erscheinungen von Gicht, so kann sich ein regelmäßiges Radfahren als sehr wohltätig erweisen. Ein gleiches ist der Fall bei leichten Fällen von Zuckerkrankheit.

Fahren in Radfahrvereinen.

Nur auf eins sei bei alledem besonders hingewiesen. Die Pflege des Radfahrens in besonderen Vereinen und häufigere Ausfahrt in Gemeinschaft von Freunden hat für viele besondere Anziehungskraft. Es ist aber gar nicht so selten, daß in solchen Vereinigungen jüngere schneidige Fahrer den Ton angeben und daß ältere, etwas fettleibige und der Atem- und Herzermüdung leichter unterworfene Mitglieder sich durch das Gefühl der Zusammengehörigkeit und einen gewissen Ehrgeiz verleiten lassen, bei solchen Vereinsfahrten über Gebühr sich anzustrengen und zu ermüden. Radfahrergesellschaften sollten sich mehr, als es manchmal geschieht, der Verantwortung für die Gesundheit jedes ihrer Mitglieder bewußt sein und schwächere kurzatmige Fahrer nicht zu strammen Fahrten mitschleppen.

Lebensführung und Kleidung.

Für längere Fahrten gilt bezüglich der Lebensführung unterwegs (möglichste Enthaltung von alkoholischen Getränken!) so ziemlich dasselbe, was wir in früheren Abschnitten bezüglich der Wanderungen und Bergfahrten bereits ausgeführt haben. Ebenso ist es mit der Kleidung, welche bequem und leicht sein soll, und namentlich der gesteigerten Hauttätigkeit voll Rechnung tragen muß.

Kleidung der Radfahrerinnen.

Bezüglich der Kleidung der Radfahrerinnen bestehen noch sehr viele Unterschiede. Neben sehr praktischen Anzügen für längere Fahrten, z. B. aus Lodenstoff, welche ebenso bequem als wohlanständig und gut kleidend sind, sieht man auch mancherlei Auswüchse. Dabei spielt nun auch die Figur der betreffenden Radfahrerin eine große Rolle. Ein Radfahrkostüm, welches ein schlankes junges Mädchen trefflich kleidet und keinerlei Anstoß zu erregen braucht, kann bei einer korpulenten breithüftigen Dame in etwas vorgeschritteneren Jahren geradezu abstoßend wirken.

Korsett beim Radfahren.

Nur kurz sei die Korsettfrage gestreift. Wie unheilvoll das Korsett auf die Zwerchfellatmung wirkt, ist früher gezeigt worden. Desgleichen wie bei vornübergebeugter Haltung, z. B. an der Nähmaschine, durch den Druck des Korsetts die Leibeshöhle in der Mitte zusammengeschnürt und ähnlich einer Sanduhr verengt wird. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß beim Radfahren, wo es auf die Unterhaltung einer vermehrten und vertieften Atmung so sehr ankommt, das Korsett der vollen Ausnutzung der gesamten Atemfläche der Lungen hemmend im Wege steht und bei längerem schnellen oder bei ansteigendem Fahren bewirkt, daß die Atmung eher eine ungenügende wird. Auch auf die Kreislauftätigkeit wirkt das Korsett beeinträchtigend ein. Es ist daher als unbedingte Forderung erhoben worden, das Tragen eines Korsetts für Radfahrerinnen zu verbieten. Indes hat diese Vorschrift für den Anfang der Schulung im Fahren auch ihr Bedenkliches. Bei einem Mädchen, welches an den steten Gebrauch eines festen Schnürleibs gewöhnt ist, übernimmt das Korsett, indem es sich auf die breiteren Hüften stützt, einen großen Teil der Tragung des Rumpfgewichts auf den Hüftgelenken und entlastet die langen Rückenmuskeln. Teils durch diese Entlastung, teils durch den direkten Druck des Schnürleibs bleiben diese Muskeln in der Entwicklung zurück, werden schwächlich und schrumpfen. Während am Rücken eines Mädchens, das nie ein Korsett trug, die Rückenmuskeln in starkem Relief rechts und links von der Wirbelsäule vorspringen, ist der Rücken eines Weibes, welches gewohnt war, sich stets stark zu schnüren, platt und das Relief der langen Rückenmuskeln infolge der Verkümmerung der Rückenmuskulatur verstrichen. Setzt man ein solches Mädchen, das sich stets geschnürt trug, ohne Korsett auf das Rad, wo doch die Gleichgewichtserhaltung eine namentlich bei Erlernung des Fahrens

recht beträchtliche Anstrengung der Rückenmuskulatur erfordert, so wird die Folge nur die sein, daß die geschwächten kümmerlichen Muskeln vorzeitig ermüden und eine jede Radfahrstunde heftige Rücken- und Kreuzschmerzen hinterläßt. Nicht nur das. Das Gefühl der Schwäche im Rücken wird auch zu dem stets wiederholten Versuch führen, den Rumpf vornüberzulegen, um einen Teil der Rumpflast den auf die Lenkstange aufstützenden Armen zu übertragen. Die Haltung auf dem Rad wird eine schlechte werden. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, mit der Ablegung des Korsetts beim Radfahren nicht zu überschnell und unvermittelt vorzugehen. Einen passenden Übergang würde für die erste Lernzeit im Radfahren ein Korsett mit seitlichen Gummieinlagen bilden, welches Atembewegungen auch der unteren Brustabschnitte gestattet. Erst wenn durch die Übung des Radfahrens in guter Haltung die Rückenmuskeln wieder erstarkt sind, dann soll die Radfahrerin den festen Schnürleib ganz verbannen.

Anhang.

Das Übungsbedürfnis in den verschiedenen Lebensaltern.

Nachdem in den einzelnen Abschnitten dieses Buches die Verschiedenheit der Einwirkungen dargelegt ist, welche die einzelnen Übungsarten auf die Haupttätigkeiten des Körpers besitzen, soll im folgenden eine gedrängte Zusammenstellung darüber versucht werden, welche dieser Einwirkungen für die verschiedenen Lebensalter besonders fruchtbringend sind und wie demgemäß der Übungsstoff am besten zu verteilen ist.

§ 352. Die Altersstufen.

Altersstufen.

Für unsere Betrachtung werden wir zweckmäßig folgende Altersstufen unterscheiden:

1. Die Jahre der Kindheit von der Geburt bis zum Beginn des Zahnwechsels.

Kindheit bis zur Entwicklung.

2. Das Knaben- oder Mädchenalter vom 6. bis zum 14. Lebensjahre, also zusammenfallend mit der Schulzeit unserer Volksschule.

Wir teilen diese Zeit zweckmäßig in zwei Abschnitte, nämlich:

a) Die Zeit vom 6. – 9. Lebensjahr. In diesen drei ersten Schuljahren findet vor allem für das Kind die geistige und leibliche Angewöhnung an das Schulleben statt. In den ersten beiden dieser Jahre ist das Längenwachstum ein besonders überwiegendes (Zeit der ersten Streckung).

b) Die Zeit vom 9. – 14. Jahre. Schon nach dem 8. Jahre trat das Längenwachstum zurück gegenüber dem Breitenwachstum. Vollends mit dem 9. und 10. Jahre macht sich eine stärkere Zunahme der Muskulatur geltend; ebenso wird das Knochengerüst widerstandsfähiger (Zeit der „zweiten Fülle").

Mit dem 11.—14. Jahre tritt das Längenwachstum wieder etwas mehr in den Vordergrund („Zeit der zweiten Streckung"). Ganz besonders ist dies der Fall bei den Mädchen, welche in diesen Jahren die Knaben sowohl an Körperlänge wie an Körpergewicht übertreffen.

3. Die Jahre der Entwicklung, die Reifungszeit, vom 14. – 19. Lebensjahre.

Beim männlichen Geschlecht ist der Beginn dieser Jahre ausgezeichnet durch ein lebhaftes Wachstum derart, daß mit vollendetem 15. Jahre der Vorsprung, den die Mädchen bis dahin an Länge und Gewicht hatten, eingeholt ist. Bei den Mädchen vollzieht sich die geschlechtliche Reifung nach dem 14. Jahre oft überraschend schnell und ist meist mit dem 17. Lebensjahre vollendet. Das Längenwachstum erreicht hier oft mit dem 18. Jahre schon seinen Höhepunkt. Langsam geht die geschlechtliche Entwicklung bei den Knaben vor sich; das Längenwachstum des Jünglings hält oft noch über das 20. Lebensjahr hinaus an.

Abgesehen von der geschlechtlichen Reifung, sowie dem Stimmwechsel beim männlichen Geschlecht, ist das hervorstechendste Kennzeichen dieses Lebensalters ein mächtiges Wachstum der Lungen und ganz besonders des Herzens. Letzteres ist dadurch bedingt, daß sich das Verhältnis der Herzgröße zur Weite der Schlagadern gänzlich umgestaltet. In den Kinderjahren ist das Herz verhältnismäßig klein, die Schlagadern sind weit. Das Herz arbeitet rascher, der Blutdruck ist geringer, der Blutumlauf erleichtert. Leichter vollziehen sich im kindlichen Körper die verhältnismäßig so umfangreichen Stoffwechselvorgänge, wie sie durch das schnellere Längenwachstum, den erhöhten Stoffansatz in diesen Jahren bedingt sind.

Mit der Reifezeit vollzieht sich der Übergang zu den Verhältnissen des Erwachsenen. Das Herz vermehrt sich fast auf das Doppelte seines Umfangs, während das Wachstum in bezug auf die Weite der Schlagadern stille zu stehen beginnt. Die Folge davon ist eine Erhöhung des Blutdruckes und vermehrte Leistungsanforderung an die Herzarbeit.

Es wächst insgesamt in den Entwicklungsjahren:

Die Körperlänge durchschnittlich um das 1,17 – 1,18fache } Quetelet;
Das Körpergewicht „ „ „ 1,42 „ } Key; Beneke.

Das Volum { der Lungen durchschnittlich um das 1,63fache } Beneke
des Herzens „ „ „ 1,92 „ }

4. Die Zeit des Überganges vom Jüngling zum Manne in seiner Vollkraft bezw. der Jungfrau zum Weibe vom 20. zum 30. Lebensjahr.

In diesen Jahren vollendet sich zunächst das Längenwachstum und macht sich weiterhin besonders bemerkbar das Breitenwachstum. Das Skelett erfährt nun seine endgültige Ausgestaltung.

Die Gelenkbänder haben volle Beweglichkeit, die Bewegungen erfolgen leicht und geschickt, die Muskulatur ist erkräftigt, Lebensfreude und frischer Wagemut bis zur Verwegenheit stehen auf der Höhe.

5. Die Zeit der Vollkraft des Mannes wie des Weibes vom 30. – 40. Lebensjahre. Nach vollendeter Kräftigung des Skeletts und höchster Ausbildung der Muskulatur steht die leibliche Kraft in ihrer Höhezeit. Nie ist der Körper geeigneter zu Höchstleistungen der Muskulatur, vor allem hinsichtlich der Ausdauer.

Die Gelenkbänder werden dagegen straffer, die Gelenke weniger zu ausgiebigen geschmeidigen Bewegungen geeignet: an Stelle der nun nicht mehr sich steigernden Geschicklichkeit ist eben die Eigenschaft der Kraft in den Vordergrund getreten. Auch die Schnelligkeit ist bereits eine geminderte.

6. Die Zeit der Überreife vom 40. – 60. Lebensjahre. Nach dem 40. Lebensjahre treten allmählich, bei dem einen früher, bei dem anderen später, Änderungen im Blutgefäßapparat ein, welche im wesentlichen auf eine zunehmende Sprödigkeit der Wände der Schlagadern und dadurch bedingte Minderleistung des Herzens bei Anstrengung durch Kraft- und namentlich durch Schnelligkeitsleistungen hinauslaufen. Schneller als früher tritt Herz- und Atemerschöpfung, also Atemlosigkeit nach irgend welchen körperlichen Anstrengungen ein. Namentlich leicht auch dann, wenn der in diesen Jahren sich mehrende Fettansatz in der Haut und um die Eingeweide ein übergroßer geworden ist. Immer notwendiger wird es, in aller Tätigkeit eine gewisse Regelmäßigkeit und namentlich ein festes Maß innezuhalten. Besonders gilt dies für körperliche Leistungen, bei denen ein Mittelmaß von Kraft oder Schnelligkeit oder Ausdauer noch eben gut bewältigt werden kann, während Überanstrengungen nach jeder dieser Richtungen hin meist ohne Gefährdung der Gesundheit ertragen werden. Beim Weibe tritt in diesen Jahren (meist zwischen dem 40. – 50. Lebens-

jahre, manchmal auch einige Jahre später) das allmähliche Erlöschen der geschlechtlichen Funktionen ein, oft von besonderen Störungen des Wohlbefindens begleitet (Wechseljahre). –

Von einer Betrachtung der weiteren rückläufigen Veränderungen im Greisenalter können wir an dieser Stelle absehen.

§ 353. Übungsbedürfnis in den ersten Schuljahren.

Die ersten Kinderjahre vor dem Schuleintritt lassen wir hier außer Betracht. So ungemein wichtig es ist für die Anbahnung einer widerstandsfähigen Lebensfülle sowohl wie für ein kräftiges, allseitiges Körperwachstum — ganz zu geschweigen von der ersten geistigen Entwicklung –, daß in diesen Jahren den hygienischen und diätetischen Gesichtspunkten mit größter Aufmerksamkeit Genüge geleistet wird: von eigentlichen gymnastischen Gesichtspunkten ist hier nicht die Rede. –

Wenden wir uns nunmehr dem Kindesalter nach dem 6. oder 7. Lebensjahre, der ersten Schulzeit zu. Das Kind bedarf vor allem der steten Anregung zu allseitigem kräftigen Wachstum, der Belebung seines Stoffwechsels. Diese Anregungen werden ihm, hinreichende Nahrungszufuhr vorausgesetzt, vor allem gegeben durch reichliche Bewegung, Bewegung, die nicht etwa einzelne Muskelgebiete belastet, aber doch umfänglich genug ist, um den Blutumlauf rege zu gestalten und zu beschleunigen.

Weiterhin kommt der besondere Einfluß des Schullebens in Betracht. Das Kind hat sich zu gewöhnen an die stundenlange Sitzarbeit in der Schulbank. Kein Zweifel, daß diese auf die Tätigkeit der Atmungs- und Kreislauforgane und damit auch die Blutbildung hemmend und beeinträchtigend wirkt. Die Atmung in der Schulbank wird vorzugsweise zum Bauchatmen, d. h. zum Atmen bloß der unteren Lungenabschnitte. Die Brustatmung, die Lüftung namentlich der Lungenspitzen, wird beim Lesen und Schreiben in der Schulbank dagegen stark behindert, unterbleibt so gut wie gänzlich. Auch das Herz arbeitet bei anhaltendem Sitzen unter erschwerenden Umständen.

Als weiterhin beeinträchtigend für die Blutbildung kommt hinzu das Einatmen der Schulluft, die in ungenügend gelüfteten Schulräumen und überfüllten Schulklassen oft bedenklich schlecht ist. Dementsprechend sehen wir denn auch gerade in den ersten Schuljahren Blutarmut und Bleichsucht stetig an Umfang bei unseren Schulkindern zunehmen.

Es ist also unsere Aufgabe, einerseits die allseitige Entwicklung des Körpers zu fördern, andererseits Schädigungen, die mit dem Schulleben verbunden sind, auszugleichen. Beim Kinde vom 6.–9. Jahre kann es sich nicht um Übungen handeln, welche einzelne Muskelgruppen belasten und kräftig auszubilden suchen. Dazu ist bei dem Kinde in diesen Jahren die Muskulatur noch zu schwach und zu wenig entwickelt. Hier ist es also geboten, solchen Bewegungen und Übungen Raum zu geben, welche sich auf die größten Muskelgebiete *verteilen* und zugleich auch die *Atmung* und den *Blutkreislauf* kräftig anregen. Das ist das wichtigste Übungsbedürfnis. Ihm entsprechen die *Schnelligkeitsübungen* und zwar in der Form der kindlichen *Bewegungsspiele*.

Freiübungen entbehren des Einflusses auf Herz und Lungen; Gerätübungen kommen hier noch kaum in Frage. Die Spiele aber gewähren zugleich den nervenstärkenden Einfluß der *Lustgefühle* und der *Freude* und geben Spielraum der freien *Willensbetätigung*. Die Turnstunde darf eben nicht zu einer geistigen

Dressurstunde für die Kleinen gemacht werden. Die Spiele sind selbstverständlich, wo es nur eben angeht, im Freien vorzunehmen. Man wird die Spiele bevorzugen, welche reichlichste Bewegung bieten, also für dieses Alter die einfachsten Laufspiele, Nachlaufen, Haschen und Fangen; ferner die kleineren Scherzspiele, auch reigenartige, mit kleinen Liedverschen zu begleitende Kinderspiele, welche den Inhalt dieser Liedchen durch entsprechende Bewegungen darstellen lassen und der kindlichen Vorstellungskraft und Schaffensfreude gewissen Spielraum gewähren. Indem man zu solchen Kinderliedchen taktmäßige Bewegungen von der ganzen Schar ausführen läßt, findet man den Weg zu einfachen Freiübungen, die bei schlechter Witterung in überdachtem Raume den Übungsstoff abgeben. Man läßt dann weiter die Kinder sich in guter gerader Haltung aufstellen, läßt sie muntere Gehübungen im Gleichtritt machen, ferner Gleichgewichtsübungen auf der Schwebekante, einfache Rumpfübungen aus dem Sitzen oder Liegen auf der Bank, endlich kleine Spring- und Hüpfübungen.

Kinder mit kümmerlicher Brustentwicklung, mit schlechter Haltung infolge übergroßer Muskelschwäche des Rückens und mit beginnender Rückgratsverkrümmung vereine man zu besonderen Turnabteilungen, bei welchen für dies Alter schon geeignete, mehr orthopädisch gerichtete Übungen der Haltungsgymnastik eine sorgfältige individualisierende Pflege finden.

Übungsbedürfnis im 9.—14. Lebensjahr.

§ 354. Übungsbedürfnis in der Schulzeit vom 9.—14. Jahre.

Die Gründe, welche uns für die Schulzeit vom 6.—9. Jahre die Spiele im Freien als die wertvollste und zuträglichste Form erzieherischer Leibesübung hinstellen ließen, gelten auch für die weiteren Schuljahre. Nur daß nunmehr die Spiele schon reicheren Inhalt erstreben, so daß sie nicht nur Anregung und Freude gewähren, sondern auch höhere Anforderungen an Gewandtheit und Schnelligkeit, ja auch an Schlagfertigkeit stellen. Dazu dienen zunächst die einfacheren Ballspiele, wozu nach erlangter größerer Fertigkeit und Sicherheit im Werfen, Schlagen und Fangen des Balls vor allem der treffliche deutsche Schlagball tritt, um noch auf Jahre hinaus ein bevorzugtes Spiel zu bleiben. Von den reinen Laufspielen ist der Barlauf das bestentwickelte Spiel.

Im Freien sind ferner zu betreiben das Freispringen über die Springschnur und über feste Hindernisse; der schnelle Lauf über kurze Strecken bis zu 50 m, vom 11. und 12. Jahre ab auch schon bis zu 100 m; der Dauerlauf in langsamer Steigerung von 5 bis hinauf zu 10 Minuten, im Anfang im Wechsel von Marsch- und Laufschritten, dann als reiner Lauf, wobei auf die Form des Schlängel- sowie des Schneckenlaufs besonders hingewiesen sei. Ebenso werden mittlere Dauerübungen in Form anregender aber nicht übermüdender Wanderungen in zunehmendem Grade von Nutzen.

Zur Belebung der Hauttätigkeit dienen die Schulbäder in Form warmer, allmählich sich abkühlender Brausen. Nach dem 10. Jahre werden kühle Vollbäder zuträglich und kann mit dem gymnastisch so überaus wirksamen Schwimmen begonnen werden. Die Vorübungen zum Schwimmen sind als sogenanntes „Trockenschwimmen" im Turnen vorzunehmen. Es ist überraschend, wie schnell viele Schüler nach richtig betriebenem Trockenschwimmen das Schwimmen im Wasser erlernen.

Die eigentlichen Turnübungen werden am besten so verteilt, daß täglich geturnt wird. Der Zeitraum einer halben Stunde ist, wenn richtig ausgenutzt, hierfür ausreichend. Die grundlegenden Gesichtspunkte für die Auswahl der Übungen

sind: Erzielung einer guten Körperhaltung und munteren ausgreifenden Ganges; Kräftigung der Rumpfmuskeln durch besondere, in jeder Turnstunde wiederkehrende Übungen. An den Geräten sind leichtere Geschicklichkeitsübungen vorzunehmen, mit Bevorzugung der Übungen aus dem Hang und Vermeidung ausgesprochener Kraftübungen. Der freie Stütz darf zunächst nur flüchtig eingenommen werden, längeres Verweilen im Stütz ist so lange schädlich, bis die Rücken- und Schultermuskeln hinreichend erstarkt sind, um solche Übungen in bester tadelloser Haltung, ohne Einsinken des Halses und Kopfes zwischen die Schultern, zu gestatten. Ein gleiches gilt übrigens auch ganz besonders für die Übungen im Liegestütz. Die Springübungen sind zu erweitern durch Hinzunehmen des Hüpf- und des Dreisprunges, des Hindernissprungs und vor allem durch die Übungen des Gerätspringens (Bock, Kasten usw.).

Was über Sonderturnstunden für Schwächlinge und Schüler oder Schülerinnen mit Haltungsfehlern im Alter von 6—9 Jahren gesagt ist, gilt erst recht für diese Altersstufe. Gewiß sollen ausgebildete Skoliosen nur in orthopädischen Anstalten behandelt werden; für die große Zahl aber der Kinder mit den ersten Zeichen beginnender Rückgratsverbiegung oder mit rundem Rücken kann die Schule großen Nutzen stiften durch sorgsam geleitete und von einem auf diesem Gebiete sachkundigen Arzte beaufsichtigte besondere orthopädische Turnstunden.

§ 355. Übungsbedürfnis in der Entwicklungszeit vom 14.—19. Lebensjahre.

Übungsbedürfnis in der Entwicklungszeit.

Die Jahre der Entwicklungszeit sind nach zwei Richtungen hin für den Übungserfolg bedeutsam. Einmal durch die im Vordergrund des Wachstums stehende mächtige Ausbildung der Lungen und des Herzens. Diese Organe verlangen daher die entsprechenden Wachstumsanregungen. Hier tritt neben dem häufiger geübten Dauerlauf der Schnellauf in sein Recht; Wanderfahrten können zum Teil im Eilmarsch ausgeführt werden — erschöpfende Leistungen, namentlich angreifendere Dauerleistungen sind aber auch jetzt noch bedenklich und zu vermeiden.

Dann aber sind diese Jahre besonders geeignet, die sichere Herrschaft der Muskulatur durch Entwicklung der Geschicklichkeit zu erzielen. Daher treten hier die mannigfaltigen Übungen des Geräteturnens in ihr volles Recht, auch als örtliche Kraftübungen zur Festigung und Kräftigung der nun voll übungsfähigen Muskulatur. Allerdings angreifende Kraftstücke, wie das Stemmen schwerer Hanteln u. dergl. sind auch in diesem Alter überhaupt zu untersagen. Die Spiele im Freien sollen, um anregend und erziehlich zugleich zu sein, fesselnde Kampfspiele sein. Neben dem deutschen Schlagball begeistert sich die heranwachsende Jugend namentlich für das an kühleren Tagen unschätzbare Fußballspiel; auch Torball (Kricket), Feldball, Faustball, Tamburinball, letztere beiden neben dem Tennis auch für Mädchen geeignet, sind nun zu betreiben. Wettspiele beleben dabei in hohem Grade den Spieleifer und die feinere Ausbildung der Spielfertigkeit.

Nun sind in diesem Lebensalter je nach den äußeren Lebensumständen besondere Unterscheidungen zu machen. Für den, dem seine angehende Berufsarbeit häufige und reichlichere Bewegung im Freien bringt, für den Gärtner, den Landmann usw., ist die Ausbildung in Frei- und Gerätübungen zur Entwicklung von Geschmeidigkeit, Geschicklichkeit und Willenskraft in erster Linie notwendig. Für den Handwerker, den Arbeiter, den Kaufmann, den Schreiber, die ihre Tagesstunden in der Werk-

stube, im Fabriksaale, im Kontor, in der Schreibstube verbringen, werden die Dauer- und Schnelligkeitsübungen in freier Luft zum besonderen Bedürfnis. Wenn unsere sozialen Gewohnheiten, die Ausdehnung der Arbeitszeit täglich bis zu Beginn der Dunkelheit, die schlechte Form der Erholung in der Wirtsstube usw., dieser Forderung noch allzusehr entgegenstehen, so bleibt sie nichtsdestoweniger eine ebenso berechtigte wie notwendige. Hier muß Änderung versucht werden. So nützlich und anregend das Hallenturnen im Verein junger Leute sein mag, ohne die nötige Bewegung im Freien, im Spiel, im Marsch, im Lauf usw. genügt es entschieden nicht, um die unheilvollen Wirkungen, welche die Handwerks- und Fabrikarbeit im geschlossenen Raum auf den Lehrling besitzt, auszugleichen. Die Tatsache, daß in manchen Orten unseres Vaterlandes die größere Hälfte aller Industriearbeiter der Lungenschwindsucht zum Opfer fällt, muß unbedingt zum ernstem Nachdenken auffordern. Was da auch für Ursachen mitwirken — die Frage nach einer richtigen gesundheitsgemäßen Form der Erholung in Leibesübungen gewinnt hier besonderen Wert. Sicherlich kann man durch regelmäßige geeignete Leibesübungen die Lungen gesunder und widerstandsfähiger machen. Das geschieht aber nicht durch Geräteturnen im geschlossenen, meist recht staubigen Raum der Turnhalle, sondern durch lungenübende Bewegung im Freien — also vor allem im Spiel, ferner im Marschieren und Bergsteigen, in der Pflege des Laufes, des Wurfes und des Sprunges, im Schwimmen, im Rudern, im Radfahren usw. Hier ist ein Feld, das in Deutschland noch mehr bebaut werden muß. Die Fortbildungsschule bietet die Handhabe um diese Seite der Volkserziehung um Volksgesundheitspflege in feste geregelte Bahnen zu bringen.

Was schließlich die Schüler höherer Lehranstalten betrifft, so gelten für deren Übungsbedürfnis die oben entwickelten Grundsätze. Nur muß hier ein Unterschied in der geistigen Anspannung beim Turnen gemacht werden, je nachdem die Turnstunde im Lehrplan liegt. Wie früher ausgeführt, beeinträchtigt eine mehrstündige geistige Arbeit auch den Bewegungsapparat: Bewegungsnerv wie Muskel werden schwerer erregbar und verlieren an augenblicklicher Leistungsfähigkeit. Zu anstrengenden körperlichen Bewegungen muß dann das mehrfache an Willenskraft aufgewendet werden, als wie es bei voller geistiger Frische erforderlich ist. Ein Schüler, der schon vier geistig anstrengendere Lehrstunden hinter sich hat, ist auch zu Turnübungen, welche Anspannung und Willenskraft erheischen, nicht mehr geschickt und erträgt solche nicht, ohne daß dies Turnen sein ermüdetes Gehirn noch weiter belastet. In solchen Fällen ist daher dem Turnen ein erholender Charakter zu geben, die halbautomatischen Bewegungen des Marsches, des Laufes usw., vor allem aber die Spiele sind da am Platze. Da wir aber die so wichtigen turnerischen Leibesübungen, welche Anspannung, Willenskraft, Geschicklichkeit entwickeln sollen, nicht missen können, so dürfen die Turnstunden nicht alle unmittelbar hinter eine Reihe von geistigen Lehrstunden gelegt werden. Wenigstens zu einem Teil der Turnzeit sollen die Schüler vollkommen frisch und leistungsfähig antreten. Das Turnen wird andernfalls eine Belastung für das Nervensystem, keine Entlastung!

§ 356. Übungsbedürfnis für das 20.–30. Lebensjahr.

Übungsbedürfnis für die Zeit vom 20. bis 30. Lebensjahre.

Die Zeit vom 20. bis zum 30. Lebensjahre ist diejenige, welche in bezug auf Entfaltung von Schnelligkeit, Geschicklichkeit, aber auch Kühnheit und Wagemut die höchsten Leistungen auf dem Gebiet der Leibesübungen gestattet und zeitigt. Allenfalls wird in bezug auf Schnelligkeit der Gipfel der Leistungsfähigkeit etwas früher, vom 17. Jahre an, liegen. Weniger als in anderen Lebensjahren verschlägt es nun,

wenn sich besondere Liebhabereien etwas mehr geltend machen; wenn bei dem einen die Liebhaberei am Geräteturnen in den Vordergrund tritt, wenn der andere lieber Fußball spielt, oder rudert, oder radfährt. Nicht als ob damit der Einseitigkeit in Leibesübungen das Wort geredet werden soll — aber sie ist in diesen Jahren gesundheitlich am wenigsten bedenklich. Übertreibungen richten sich von selbst, mögen sie nun nach der Seite der Kraft- oder der Dauer- oder der Schnelligkeitsleistungen liegen. Namentlich was die entbehrungsreiche und mühevolle Vorbereitung zu bestimmten Leistungen durch planmäßiges Tränieren betrifft, so ist die dabei aufgewendete Willenskraft und Ausdauer sicherlich anzuerkennen, gesundheitlich aber nicht ohne Bedenken und für die Allgemeinheit doch recht wertlos.

§ 357. Übungsbedürfnis in den Jahren der Vollkraft.

Übungsbedürfnis in den Jahren der Vollkraft.

In den Jahren der voll erreichten Manneskraft vom 30. bis 40. Lebensjahre ist die Leistungsfähigkeit in bezug auf Kraft- und Dauerübungen die größte. Dagegen läßt die Geschicklichkeit nach, oder wird wenigstens durch Übung nicht mehr gesteigert. Ebenso ist die Schnelligkeit vermindert.

Weil jetzt schon, bei vorhandener Anlage, sich leicht größerer Fettansatz zu entwickeln beginnt, so haben die Kraft- und Dauerleistungen auch den Vorzug, daß sie die Reservestoffe, d. i. das Organfett angreifen, einschmelzen und verbrennen. Dagegen ist bei Kraftübungen stets deren störender Einfluß auf die Atmung und den Kreislauf und die mögliche Beeinträchtigung der Ernährung und der Arbeitsgröße des Herzmuskels im Auge zu behalten. Vor einem Übermaß, d. h. vor einseitigem Betrieb schwerer Kraftübungen (z. B. regelmäßiges Stemmen schwerster Hanteln) ist zu warnen.

§ 358. Übungsbedürfnis in der Zeit vom 40.—60. Lebensjahre.

Übungsbedürfnis in der Zeit vom 40. bis 60. Lebensjahre.

Nach vollendetem 40. Lebensjahre beginnt bald die leibliche Leistungsfähigkeit sich auf absteigender Linie zu befinden. Die Schlagadern werden starrer, das Herz büßt an Leistungsfähigkeit ein. Ist stärkerer Fettansatz vorhanden, der immer mit Vorliebe im Gekröse des Darmes beginnt, so wird auch der Umfang der Atmung durch Beeinträchtigung der Bewegungen des Zwerchfells behindert. Die Folge ist, daß alle Übungen, welche stärkere, plötzlicher auftretende Anforderungen an die Herz- und Lungentätigkeit bedingen, bald ein Versagen dieser Organe, d. i. Atemlosigkeit oder Herzschwäche veranlassen. Deshalb sind es vor allem die Schnelligkeitsübungen, welche in diesem Lebensalter sich verbieten. Ein gleiches ist der Fall mit starken Kraftübungen, deren Gefahren in bezug auf den Herzmuskel sich jetzt nur noch mehr steigern. Dagegen ist die Fähigkeit zu Dauerübungen, zu kräftigem Wandern, ausdauerndem Bergsteigen, weiteren Rad- oder Ruderfahrten oft in noch besonders bemerkenswertem Grade vorhanden. Passend sind für dies Alter, zur Erhaltung eines ausreichenden Grades von Geschmeidigkeit und Gelenkigkeit, Frei- und Gerätübungen leichterer Art, ohne Inanspruchnahme besonderer Geschicklichkeit und Anstrengung. Namentlich sollen alle Übungen vermieden werden, bei welchen der Kopf unten ist, die Beine nach oben, also Überschläge, Sturzhang usw. — Verletzungen der Gelenke durch Anstoßen an das Gerät bei Übungen, die nicht mehr leicht bewältigt werden können, lassen, namentlich im Knie- und Fußgelenk leicht langwierige Gelenkschmerzen und Steifigkeit zurück. Bei stärkerem Fettansatz und fortgeschrittener Un-

gelenkigkeit werden daher die Gerätübungen immer mehr einzuschränken sein, während entsprechende Freiübungen bis ins höhere Greisenalter hinein ihren Nutzen wahren. –

Dies in kurzen Zügen die Grundsätze, welche ganz allgemein für die verschiedenen Altersstufen in Betracht kommen. Es versteht sich von selbst, daß die gemachte Einteilung nur für den Durchschnitt zutrifft und manche Ausnahmen vorhanden sind. Die Entwicklung vollzieht sich nicht gleichmäßig bei allen; der eine altert früher, der andere später; Kraftnaturen bewahren sich Frische und Leistungsfähigkeit oft weit über die gewöhnlichen Altersgrenzen hinaus; andererseits bleiben Schwächlinge oft untüchtig auch in den sonst besten und frischesten Lebensjahren.

Der Wert aber, den in richtiger Art und in richtigem Maße betriebene Leibesübungen für die Gesundheit, Tüchtigkeit, Arbeitsfähigkeit und vollen Lebensgenuß in allen Altersstufen haben, ist ein unbestritten großer und anderswie nicht zu ersetzen. Möchte die Einsicht davon sich weiter noch als bisher verbreiten zum Heile unseres Vaterlandes und seiner Bürger!

Sachregister.

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

R.

T.

U.

V.

W.

Z.